



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

도시계획학 석사학위논문

산록완사면 마을의 바람길에서
마을숲이 제공하는 미기후 조절효과
전라북도 남원시 대산면 옥전마을을 대상으로

2015년 2월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과

홍 정 현

산록완사면 마을의 바람길에서
마을숲이 제공하는 미기후 조절효과
전라북도 남원시 대산면 옥전마을을 대상으로

지도교수 이 도 원

이 논문을 도시계획학 석사학위논문으로 제출함

2014년 10월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과

홍 정 현

홍정현의 도시계획학 석사학위논문을 인준함

2014년 12월

위 원 장 이 동 수 (인)

부 위 원 장 김 석 철 (인)

위 원 이 도 원 (인)

초 록

한국은 겨울에 차갑고 건조한 북서계절풍이 불고 강수량은 여름에 집중된다. 이러한 기후적 조건에서 한국의 전통 마을은 배산임수의 입지적 특성을 띠며 산록완사면에 위치하는 경우가 많다. 전통마을은 풍수적으로 입구에 마을숲을 마련하여 마을로 들어오는 바람을 갈무리한다고 알려져 있다. 이 경관관리 방식은 주어진 자연조건에 적응하며 살아오면서 세대를 통해 전해진 전통생태지식이다.

한국의 전통마을경관에서 바람길을 파악하고 그 안에서 마을숲이 제공하는 미기후 조절효과를 조사하기 위해서 전라북도 남원시에 전통적 입지 방식을 한 옥전마을을 대상으로 풍향, 풍속, 온도, 상대습도를 2013년 12월부터 2014년 10월까지 측정하여 분석하였다.

연구지에서 바람은 계절풍이 가장 두드러지게 나타나 겨울과 봄에는 북서풍, 여름에는 남서풍이 주로 불었다. 마을에는 미약한 산곡풍이 나타났다. 지형은 마을 내에 바람 방향을 골짜기 방향으로 일정하게 만들었다. 마을숲은 마을로 불어 들어오는 바람의 풍속을 겨울에 45%, 봄에 47%, 여름에 75%, 가을에 76% 저감시키는 효과가 있었다. 이 때에 증발속도를 겨울에 11%, 봄에 5.5% 저감시키는 효과도 있었다. 또한 태풍이 불 때, 마을숲 주변에서 풍속이 줄어드는 것을 확인하였다. 산줄기는 겨울철 건조하고 차가운 북서계절풍을 막아 마을 내부의 풍속을 겨울에 58% 봄에 53% 줄이는 저감효과가 있었고, 증발속도도 15% 낮추는 효과가 있었다.

따라서, 연구지와 같은 산줄기로 둘러싸인 전통마을의 지형과 마을숲은 건조한 겨울과 봄에 마을숲 안뜰의 풍속과 증발을 저감시키는 효과가 있다고 판단할 수 있다. 이 연구의 결과는 마을숲의 생태계서비스 평가에 사용될 수 있으며, 다른 한국의 전통마을의 경관을 해석하는 데에도 도움이 될 것이다.

주요어 : 마을숲, 풍속, 풍향, 증발, 산줄기

학 번 : 2013-22014

목 차

I. 서론	1
1. 연구 배경.....	1
1.1 한국의 전통 마을 입지와 마을숲.....	1
1.2 전통 마을입지와 마을숲의 미기후 조절 효과	3
1.3 방풍림의 풍속저감과 증발량 조절	4
2. 연구 목적과 의의.....	5
II. 재료와 방법.....	6
1. 연구 대상지	6
2. 기상 관측 자료	8
3. 분석 방법.....	10
3.1 풍향 분석	10
3.2 풍속저감효과 분석.....	11
3.3 증발속도 추정.....	11
3.4 기상완화효과	12
III. 결과	13
1. 옥전마을 바람길	13
1.1 계절별 바람특성	13
1.2 바람유형에 따른 풍향 분석	15
2. 마을숲이 제공하는 미기후 조절효과.....	20
2.1 풍속저감효과	20
2.2 증발저감효과	25
3. 산줄기에 의한 방풍효과	28
4. 기상완화 효과.....	31
IV. 고찰	34

V. 결론	37
사사	38
참고문헌	39
부록	42
Abstract.....	59

표 목차

표 II-1 측정기간과 상세측정항목.....	9
표 II-2 풍향 분류표.....	10
표 II-3 증발속도 추정에 사용되는 계수 및 변수	12
표 III-1 지점별 평균 증발속도와 분산분석결과(겨울)	25
표 III-2 지점별 평균 증발속도와 분산분석결과(봄)	26
표 III-3 각 측에 수직방향으로 바람이 불 때 지점별 평균 증발속도와 분산분석 결과(봄)	30
표 IV-1 3월 22일 증발속도, 절대습도, 증발량	35

그림 목차

그림 II-1 연구대상지(국토지리정보원)	7
그림 II-2 측정 지점.....	9
그림 III-1 O의 계절별 바람장미	13
그림 III-2 O의 계절별 풍향빈도.....	14
그림 III-3 O에 각축을 따라 바람이 불 때 각 지점의 풍향	17
그림 III-4 O에 각 축에 수직 방향으로 바람이 불 때 각 지점의 풍향.....	19
그림 III-5 마을숲 안에서 마을숲의 풍속저감효과	21
그림 III-6 마을숲 바깥에서 마을숲의 풍속저감효과	23
그림 III-7 M축의 방향으로 바람이 불 때 각 지점 풍속	24
그림 III-8 각 축의 방향으로 바람이 불 때 증발속도 저감율(겨울)	25
그림 III-9 각 축의 방향으로 바람이 불 때 증발속도 저감율(봄)	26
그림 III-10 12월 31일, 1월 1일의 일사량, 각 지점별 풍향풍속, 온도, 상대습도, 절대습도, 증발속도.....	27
그림 III-11 산줄기에 의한 방풍효과.....	29
그림 III-12 각 축에 수직방향으로 바람이 불 때 각 지점 풍속	29
그림 III-13 각 축에 수직방향으로 바람이 불 때 증발속도 저감율(봄)	30
그림 III-14 여름철 장마기간 중 강풍이 분 날의 풍향풍속	32
그림 III-15 태풍 나크리 때의 풍향풍속.....	33
그림 III-16 태풍 봉풍 때의 풍향풍속	33

I. 서론

1. 연구 배경

1.1 한국의 전통 마을 입지와 마을숲

한국의 겨울은 대륙성 고기압의 영향을 받아 춥고 건조하고, 봄과 가을에는 이동성 고기압의 영향으로 맑고 건조한 날이 많으며, 여름은 북태평양 고기압의 영향으로 습하고 덥다. 강수량은 1000~1800mm로, 이 중 50~60%가 여름에 내린다(이현영 2000). 이러한 기후적 특징을 가진 한국의 전통 마을은 산지나 구릉지로 둘러싸인 분지 지형의 계곡에 분포하는 입지적 특성을 가지고 있다. 이러한 전통 마을의 입지는 겨울철 차가운 북서계절풍의 방풍에 유리하고(이도원 등 2012), 식수와 농업 용수의 확보가 용이한 장점을 지니고 있다(장재훈 1999).

전통사회는 풍수지리사상에 입각하여 배산임수의 마을 배치를 선호해 왔다. 배산임수 마을 입지는 주로 산의 급경사와 평탄지의 완경사가 만나는 곳에서 이루어지고(이도원 2003), 일반적으로 이러한 지형을 산록완사면이라고 한다. 산록완사면에 배산임수의 마을 배치를 한 후, 풍수지리적으로 수구(水口)가 비어있거나 좌청룡 우백호라고 불리는 산자락이 서로 멀리 떨어져 있으면 생기(生氣)가 바람에 흩어진다 하여 나무를 심고 이를 수구막이숲(혹은 동구숲)이라 불렀다(최원석 2004). 수구는 동구(洞口)라고도 불리며 마을에서 중요한 곳으로 생각되었다(이도원 2004b). 수구막이 숲은 바람과 물길을 효과적으로 관리하는 방법 중 하나로 해석이 되고 있으며(이도원 2004b), 이러한 입지 조건을 두루 갖춘 마을은 몇 세대 걸쳐 그 역사가 오랫동안 유지되고 있는 경우가 많다.

수구막이숲은 오늘날 많은 관심을 받고 있는 마을숲의 종류로도 분류

가 되는데, 마을숲은 '마을 경관의 일부이거나 마을이 공동으로 소유 또는 관리하거나 보호하는 숲'(이도원 등 2006, 이도원 등 2007에서 재인용)으로 정의된다. 마을숲의 종류에는 수구막이 숲 이외에도 공간적 위치에 따라 동산숲, 하천숲, 해안숲 등이 있다(김학범과 장동수 1994). 특히 많은 경우 동구숲과 동산숲은 결코 훼손해서는 안 되는 성역의 권위가 부여된 곳으로서, 동제를 지내는 등 마을사람들의 화합을 도모하는 종교적이자 문화적인 공간이기도 했다. 이러한 마을숲은 오랜 시간 사람들이 땅과 긴밀한 관계를 맺는 과정에서 생성된 한국 전통 마을의 경관 요소이다(이도원 2004a).

일제강점기에 쓰여진 『조선노거수명목지』에 의하면 전국적으로 마을숲에는 노거수만 5330그루, 그 중 동제를 지내는 곳이 450개소로, 우리나라에는 많은 마을숲이 존재하고 있었고(박봉우 2006), 과거에는 남한에 적어도 500개 이상의 전통숲이 존재했을 것이라고 한다(이도원 2007). 우리 나라 전통 경관에서 중요한 부분을 차지하고 있는 마을숲은 여러 학문 분야에서 연구되어왔으나, 아직 그 가치가 인식되지 못하고, 주거지와 도로 건설 등으로 훼손되어 그 수가 줄고 있다(최재웅 2004).

장풍과 득수를 고려한 풍수지리적 주거입지 방식과 마을숲 조성 및 관리방식은 한국의 전통생태지식(Traditional Ecological knowledge)이라고 할 수 있다(이도원 2004). 전통생태지식이란 특정 환경 속에서의 인간과 다른 생명체 혹은 인간과 환경과의 관계에 대해 세대를 통해 전해져 내려온 지식과 신념들로 현대사회의 환경문제 해결의 실마리를 제공할 것으로 판단된다(Berkes 1993).

1.2 전통 마을입지와 마을숲의 미기후 조절 효과

기후현상에는 자유 대기권의 매크로 규모의 기후현상과 수평방향 1000km, 연직 10km 범위의 매소 규모 현상, 수평방향 수 km 에 수직 방향 1km 이내의 미기후 현상이 있다(Foken 등 2008). 미기후(microclimate)란, 지표면과 닿아 마찰의 영향을 받는 얇은 대기층인 지표층(Surface layer)과 관련된 에너지교환, 물질교환, 복사와 같은 과정들을 일컫는다(Foken 등, 2008). 지표층을 대상으로 약 1km와 1일의 시공간보다 작은 규모에서 일어나는 과정들을 미기상적 과정이라 하고, 미기상적 과정의 평균적인 패턴을 미기후라고 한다. 작은 규모에서는 전천복사나 산란복사의 차이가 미미하지만, 산지에서는 지형으로 인해 복사에너지의 차이가 발생하여 미기후 현상이 나타난다. 산지에서 발생하는 미기후 현상에는 골짜기에서 바람방향이 낮과 밤에 따라 바뀌는 산곡풍(Mountain-valley circulation)과 해가 진 후, 저지대에 찬 공기가 머무는 냉기류(Cold-air flow)가 있다(Foken 등 2008). 산곡풍은 경사면이 일사에 데워져 공기가 따뜻해 지면서 상승하면 낮에는 골짜기를 따라 계곡풍이 불고, 반대로 밤에는 산쪽에서 산풍이 내려오는 현상이다(Defant 1949, Rampanelli 등 2004에서 재인용).

마을숲은 직접적으로는 풍속 저감에 의한 미기후 조절과 생물의 서식처의 제공, 간접적으로는 증발저감을 통해 수자원 유지에 공헌하는 등의 생태적 기능을 가질 수 있다(이도원 2007).

박재철 등(2003)은 진안군 하초 마을숲에서 마을숲의 숲 내부와 외부공간의 온도조절기능에 대해 조사하였다. 계절별로 하루씩 총 4일동안 마을숲 내부의 숲바닥과 마을숲 외부의 논두렁에 설치하여 마을숲 내부의 온습도를 측정하였고, 풍속계로 마을숲 내부와 외부에서 측정하였

다. 여름에는 내부가 외부보다 약 8°C 가 낮아 기온저감효과가 있다고 하였다. 또한, 박재철 등(2004)은 전북 부안군 고사포 비보숲에서, 해안 마을숲의 바람조절 기능에 대해서 조사하였다. 마을숲을 통과한 바람은 83.6% 풍속이 저감되었고, 풍속저감효과의 범위는 수고높이의 28배 거리까지 있다고 하였다. 그러나, 위의 두 연구는 일년 중 며칠만의 측정 자료로 분석을 해 타당성이 떨어진다는 한계점이 있다. Koh 등(2010)은 산촌마을에서 형성되는 산곡풍을 마을숲이 막아줌으로써 풍속이 저감되어 건조한 봄철에 마을숲 안뜰(농경지)에서의 증발을 저감시키는 효과를 실측자료와 개념모형을 통한 증발량 계산을 통하여 보여주었다. 하지만 주변 산줄기의 영향에 대한 고려가 없는 것이 한계점으로 남는다.

1.3 방풍림의 풍속저감과 증발량 조절

위에서 살펴본 바와 같이 마을숲은 방풍림으로서의 역할을 한다. 국외에도 띠 형태를 한 숲이 많이 마련되어있다. 방풍림이 풍속을 저감하는 효과에 대해서는 1960년대부터 매우 많은 연구가 진행되었고, 높이, 너비, 유연성, 공극(porosity)등과 같은 방풍림의 구조와 그 역할과의 관계에 대해 연구되었다(Heisler와 Dewalle 1988; Loeffler 등 1992).

방풍림과 같이 투과할 수 있는 장애물에 바람이 도달하면, 그 중 일부분은 방풍림을 통과하고, 일부분은 그 모서리를 돌거나, 방풍림의 위쪽을 타고 넘게 된다. 따라서 바람이 불어오는 쪽의 2H에서 5H는 압력이 증가하며 풍속이 조금 약해진다. 그리고 풍속 저감 효과는 바람이 불어가는 쪽의 10H에서 30H, 길게는 60H까지도 나타난다(Brandle 등 2004). Raine와 Stevenson(1977)은 방풍림의 뒤쪽에 풍속이 잦아드는 quiet zone과 다시 풍속이 커지기 시작하는 wake zone이 존재하며, quiet zone의 길이는 8H라고 하였다. 이러한 quiet zone에서는 작은 스

케일의 난류가 발생한다.

또한 방풍림이 풍속을 저감하면서 미기후(microclimate)을 조절하는 역할에 대해서도 많은 연구가 있었다. 난류혼합이 감소하면서 방풍림 뒤의 영역 표면에서 다른 곳으로 옮겨지는 수증기의 양이 감소한다. 따라서 습도가 증가하게 되고 이는 일반적으로 낮에도, 밤에도 그 경향은 지속된다. 또한, 풍속이 감소하면서 땅에서 증발되는 수증기가 감소하여 식물생장에 도움이 되는 토양 수분이 보유되는 효과가 있다(McNaughton 1988; Cleugh 1998; Brandle 등 2004).

2. 연구 목적과 의의

이 연구에서는 산록완사면에 자리한 전통마을에서 마을숲이 있는 유역과 마을숲이 없는 유역에서 약 1년동안 풍속, 풍향, 온도, 습도, 일사량의 기상요소를 측정하여 분석하여 산줄기와 완사면 등 지형에 의한 풍향 특성을 파악하고, 바람의 유형에 따른 풍속저감효과와 증발량 조절 역할에 대하여 조사했다. 또한 기상재해가 왔을 때 마을입지와 마을숲이 바람에 끼친 영향을 살펴봤다. 이를 통하여 산록완사면 마을의 바람길에서 풍수적 마을입지방식의 의미와 마을숲의 미기후(microclimate) 조절효과를 조사하는 것을 목적으로 했다.

우리나라의 마을숲은 유사한 문화역사적 배경을 가지는 동아시아 지역과 달리 우리나라에만 존재하는 독특한 경관요소이다. 이 연구는 우리의 역사유물인 마을숲의 가치규명 차원에서 의의가 있고, 전통공간을 대상으로 한 실증적이고 과학적인 조사가 될 것이다. 또한 보다 나은 우리의 생활환경의 조성과 문화적 유산의 계승에 적용될 수 있다는 점에서 의의를 가진다.

II. 재료와 방법

1. 연구 대상지

연구대상지(그림 II-1)는 전라북도 남원시 대산면 옥율리 옥전마을(북위 35° 25′ 57″, 동위 127° 20′ 01″)과 옥전마을의 동남쪽에 위치한 장밭들이다. 남원시는 전라북도 동남부의 산간 대분지에 위치하여 내륙성 기후대에 속하므로 대체적으로 온화한 기후를 보이고 있으며, 동계에는 대륙성 고기압의 영향으로 추운 날이 많고 하계에는 아열대 저기압 및 지리산의 영향으로 다우지역에 속한다. 부록의 그림 1에 연구기간 동안 남원시의 강우량과 일사량(광주기상청)을 나타내었다. 겨울철에는 일사량이 $10\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ 안팎이고 여름철에는 $20\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ 안팎이다. 5월은 $25\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ 이상으로 일사가 가장 강했다.

옥전마을은 교룡산(해발 519m)에서 내려온 산자락 끝에 위치한다. 산줄기로 둘러싸여 있고, 남서쪽을 향해 터진 곳은 마을숲이 조성되어 있다. 그림 II-1의 등고선을 보면, 마을의 좌청룡에 해당하는 마을의 북서쪽 산줄기의 해발고도는 150~170m, 우백호에 해당하는 마을의 남동쪽 산줄기의 해발고도는 130~150m이다. 식생은 4영급(31~40년), 2경급(18cm~28cm)의 소나무림과 리기다소나무림으로 이루어져 있다(산림청 5차임상도(1:25000)).

마을숲은 왕버들 23그루와 소나무 11그루로 이루어져 있으며, 흉고 직경이 약 130cm인 왕버들이 두 그루, 약 80cm인 왕버들이 세 그루 등 고목이 많이 분포해있다. 수고는 약 13m~18m이다. 70년대 경지정리를 하기 전에는 마을숲 안쪽으로 연못과 풍수지리에서 말하는 조산이 있었으나 현재는 마을숲 바로 앞부터 논이 형성되어 있다. 연못이 있을 때

에는 연못을 돌아 물길이 나갔지만, 지금은 마을숲 동남쪽 끝의 도랑을 따라 물이 흐르고 있다. 장밭들은 서쪽으로 터진 형태이다.

옥전마을은 박씨 집성촌으로 조선시대에 전쟁을 피해 자리를 잡은 사람들이 시조로 마을이 형성되었다고 하나 정확한 시기는 알려져 있지 않다. 현재는 20여가구가 있으며, 1960년대에는 76가구 정도 있었다고 한다.

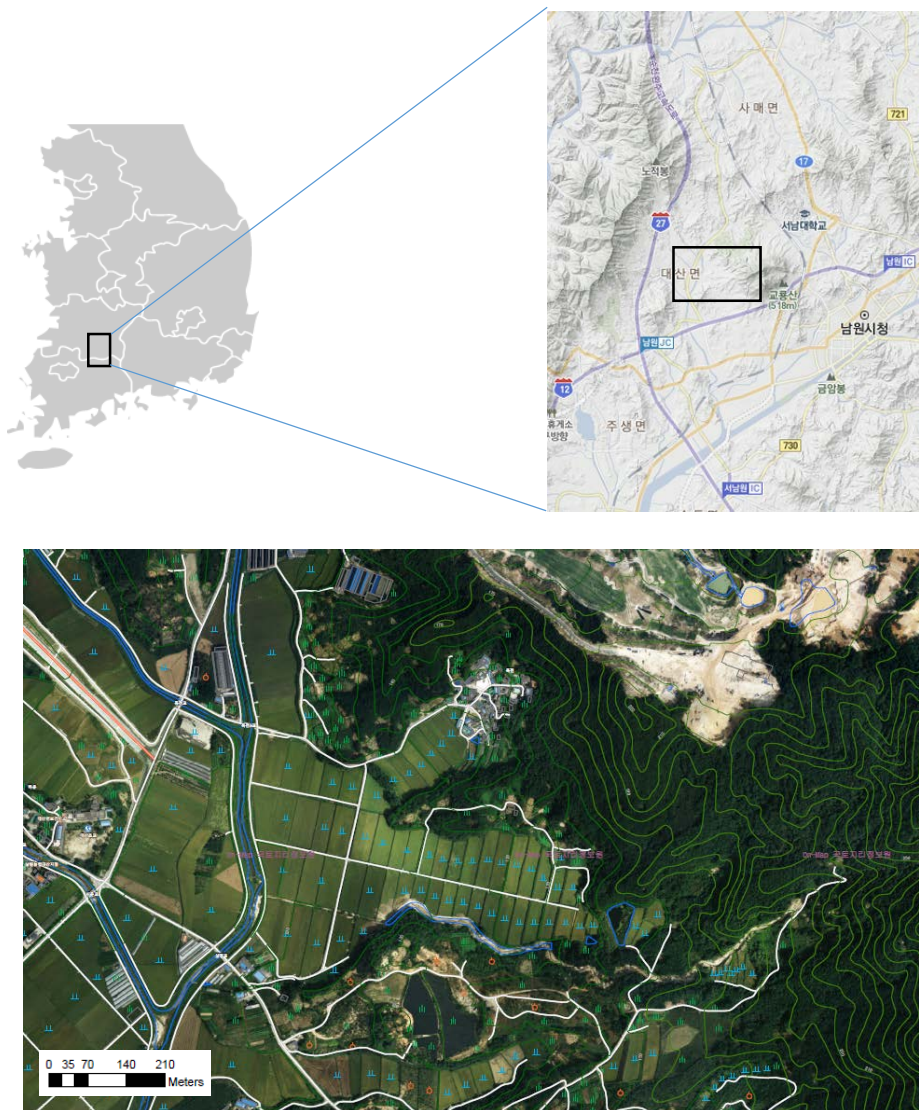


그림 II-1 연구대상지(국토지리정보원)

2. 기상 관측 자료

연구대상지에서 표 II-1에 나타난 기간 동안 그림 II-2와 같이 9개 지점에 자동 기상 관측 장치(이하 AWS, Automatic Weather Station, 이하 기상장치)를 설치하고, 풍향과 풍속, 온도, 상대습도, 일사량을 측정하였다. 지형이 열린 방향으로 마을에는 M(Maeul)측, 장밭들쪽에는 F(Field)측을 설정하였고, 두 측이 교차하는 지점(O)에 기상장치를 설치하였다. 마을숲 안쪽의 기상을 보기 위해서 마을숲에서부터 마을 안쪽 방향으로 60m(M1), 150m(M2), 320m(M3)떨어져 있는 세 지점을 측정위치로 선정하였다. 측정지점의 거리는 quiet zone에 해당하는 곳인 3H(M1, H: 20m(수고높이))와 quiet zone이 끝나는 8H(M2) (Raine와 Stevenson 1977), 그리고 그 2배거리인 16H로 하였다. 마을숲이 마을숲 바깥에 끼치는 영향을 보기 위해 60m인 지점(Mo)을 선정하였다. 또 마을숲이 없는 유역과 비교하기 위하여 Mo, M1, M2, M3지점과 O점과의 거리가 비슷한 위치인 Fo, F1, F2, F3에도 기상장치를 설치하였다. 풍속 센서(Wind Speed Smart Sensor (S-WSA-M003))와 풍향센서(Wind Direction Smart Sensor (S-WDA-M003))는 지표면으로부터 3m 높이에 설치하였고, 온습도센서(Temperature/RH Smart Sensor (S-THB-M00x))는 지표면으로부터 2m 70cm 높이에 설치하였다. 일사량 센서(Silicon Pyranometer Smart Sensor(S-LIB-M003))는 지표면으로부터 1m 높이에 설치하였다. 센서들을 데이터로거(HOBO® Station logger, Onset comp, USA)에 연결하여 1초 간격으로 측정한 값을 30분 평균으로 기록하여 자료를 수집하였다(국립산림과학원). 일사량은 넓은 면적에 걸쳐 유사하기 때문에(Foken 등 2008), 데이터가 부족한 기간(2013년12월부터 2014년7월)에 대해서는 광주기상청의 자료를 사용했다.

표 II-1 측정기간과 상세측정항목

기간	측정지점	측정한 기상 변수
2013년 12월 ~ 2014년 7월 15일	Mo, M1, M2, O, Fo, F1	풍향, 풍속, 온도, 상대습도
2014년 7월 16일 ~ 2014년 11월	Mo, M1, M2, M3 O, Fo, F1, F2, F3	풍향, 풍속, 온도, 상대습도
2014년 8월 ~ 2014년 11월	Mo, M1, F1	일사량

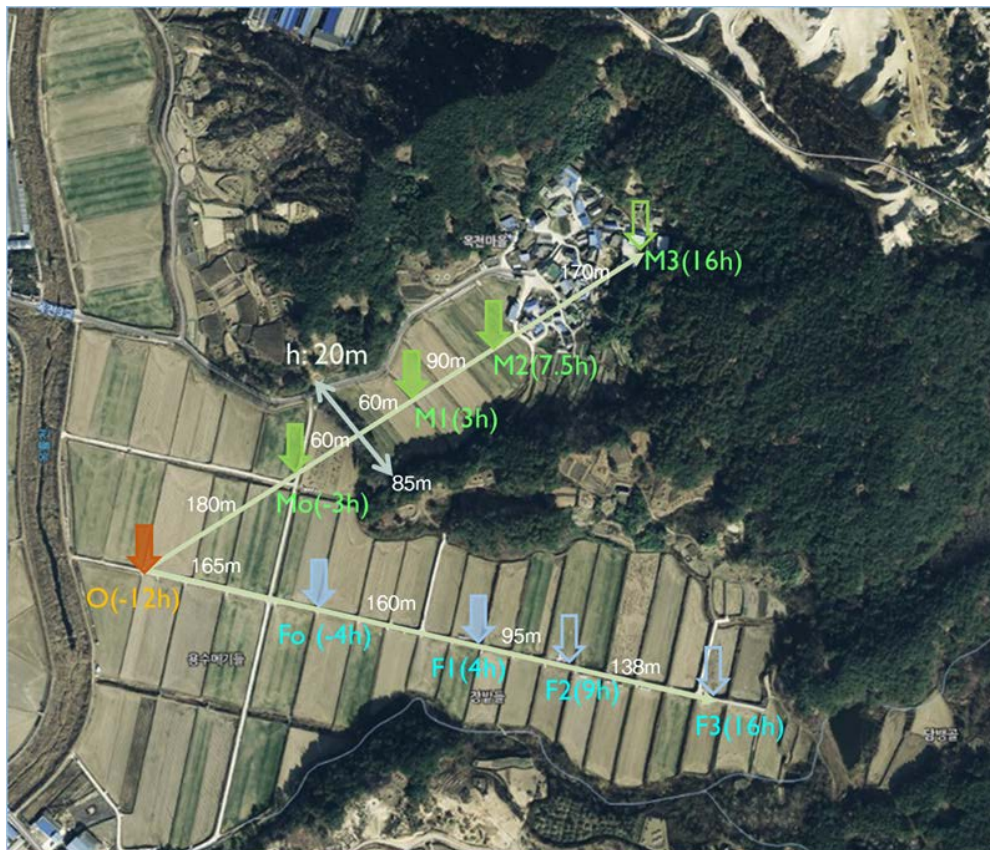


그림 II-2 측정 지점

3. 분석 방법

3.1 풍향 분석

연구대상지의 바람특성을 파악하기 위해서 풍향빈도와 바람장미를 이용한다. 풍향빈도의 풍향은 북, 북동, 동, 남동, 남, 남서, 서, 북서의 8방위로 나누어 분석하였다. 바람장미는 R프로그램의 OpenAir 패키지 (Carslaw와 Ropkins 2014)를 이용하여 작성하였다.

미기후 조절 효과를 분석할 때에는 바람을 유형화 하여 분석한다. 측정지점 O에서부터 Mo, M1, M2, M3을 잇는 축은 북쪽을 기준으로 약 55°, Fo, F1, F2, F3를 잇는 축은 103° 기울어져 있다. 따라서 90°씩 구간을 표 II-2와 같이 나누었다.

표 II-2 풍향 분류표

	M지역	F지역
축에 수직으로 부는 바람 (마을숲에 평행한 바람)	100° ~190° , 280° ~10°	147° ~237° , 327° ~57°
축을 따라 불어 들어가는 바람 (upslope)	190° ~ 280°	237° ~327°
축을 따라 불어 내려가는 바람 (downslope)	10° ~ 100°	57° ~147°

3.2 풍속저감효과 분석

1)마을숲의 풍속저감효과를 알아보기 위해 표 II-2의 풍향 분류 중 축을 따라 불어 들어가는 바람을, 2)산줄기의 풍속저감효과를 알아보기 위해 표 II-2의 풍향 분류 중 축에 수직으로 부는 바람(M지역에 대해서는 $100^{\circ} \sim 190^{\circ}$, F지역에 대해서는 $147^{\circ} \sim 237^{\circ}$)을 분석대상으로 했다.

풍속저감률은 (1)식을 이용하여 계산한다.

$$\text{풍속저감률} = \frac{v_w - v_l}{v_w} \times 100(\%) \quad (1)$$

v_w : 바람이 불어오는 쪽(windward)의 풍속,

v_l : 바람이 가려지는 쪽(leeward)의 풍속

3.3 증발속도 추정

논에 벼가 자라지 않는 겨울과 봄(12월~5월)의 증발속도를 추정하기 위해서 combination equation(식(2))을 사용했다(Dingman 2002). 표 II-3에 식(2)의 계수와 변수의 의미와 단위, 식 또는 값을 나타내었다. Combination equation은 에너지 수지 접근법과 물질 수지 접근법을 통합한 증발속도 추정 식으로, 물 표면 온도의 측정 없이, 풍속, 온도, 상대습도, 일사량자료로 추정할 수 있다는 장점이 있다.

$$E = \frac{\Delta \cdot (K + L) + \gamma \cdot \rho_w \cdot \lambda_v \cdot K_E \cdot v_a \cdot e_a^* \cdot (1 - W_a)}{(\Delta + \gamma) \cdot \rho_w \cdot \lambda_v} \quad [\text{mm/h}] \quad (2)$$

표 II-3 증발속도 추정에 사용되는 계수 및 변수 (Dimgman 2002)

표기 : 계수 및 변수 [단위]	계산 식 또는 값
E : 증발속도 [mm/h]	
W_a : 상대습도(%) / 100	
v_a : 풍속 [m/s]	
T : 온도 [$^{\circ}\text{C}$]	
K : 순 단파 복사에너지 [$\text{MJm}^{-2}\text{h}^{-1}$]	$K = K_{in}(1 - a)$
a : 수표면의 일반적인 알베도	0.1
L : 순 장파 복사에너지 [$\text{MJm}^{-2}\text{h}^{-1}$]	$L = (\varepsilon_{at} - 1)\varepsilon_w\sigma(T + 273.15)^4$
λ_v : 증발잠열 [kPaK^{-1}]	$\lambda_v = 2.50 - 2.36 \times 10^{-3}T$
K_E : 물질 전달 계수 [kPa^{-1}]	1.46×10^{-8}
e_a^* : 포화수증기압 [kPa]	$0.611\exp(\frac{17.3T}{T + 237.3})$
ρ_w : 물의 밀도 [kg/m^3]	1000
Δ : 포화 수증기 기울기 [kPa]	$\frac{2508.3}{(T + 237.3)^2} \exp(\frac{17.3T}{T + 237.3})$
γ : psychrometric constant [kPaK^{-1}]	$\frac{c_a P}{0.622\lambda_v}$
P : 대기압 [kPa],	101.3
c_a : 공기의 정압비열 [MJ kPa K^{-1}]	1.00×10^{-3}

3.4 기상완화효과

한국의 전통마을 입지 방식과 마을숲이 마을사람들에게 주는 혜택을 알아보기 위해 태풍 등의 강풍이 부는 때를 분석 대상으로 삼았다.

III. 결과

1. 옥전마을 바람길

1.1 계절별 바람특성

연구지인 옥전마을과 장밭들에는 다양한 규모에서 발생하는 바람이 혼재되어 나타난다. 그림 III-1에 O의 계절별 바람장미를 보면 겨울과 봄의 주풍은 북풍과 북서풍이고, 여름의 주풍은 남서풍, 가을의 주풍은 북동풍이다.

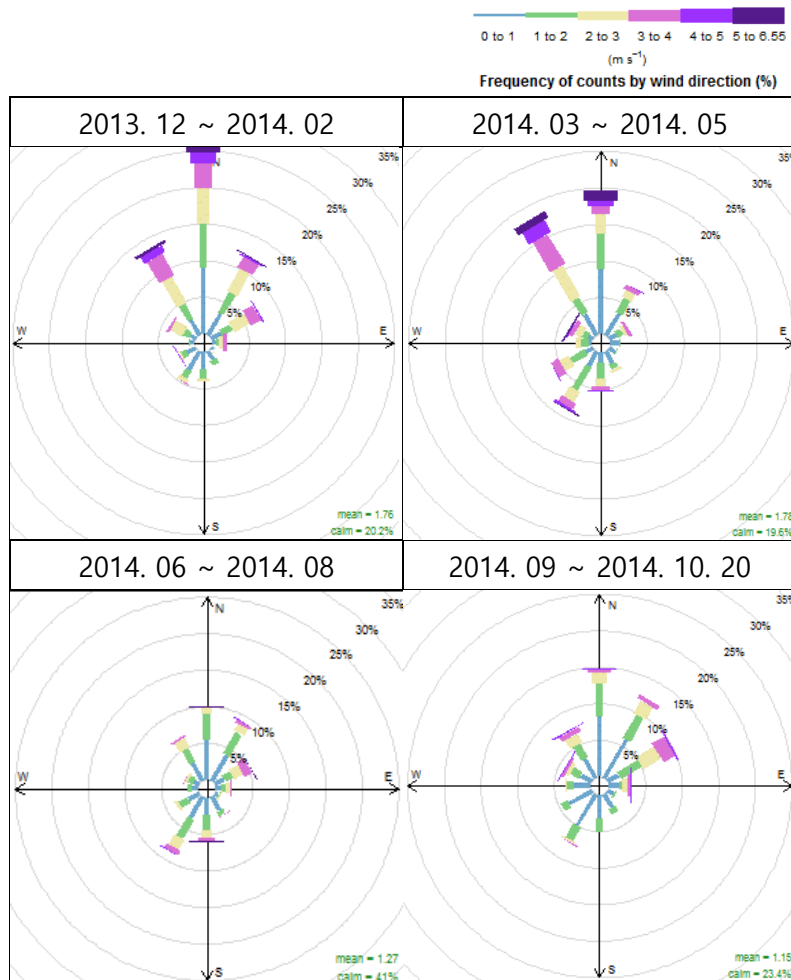


그림 III-1 O의 계절별 바람장미

그림 III-2에 O(마을숲 밖으로 120m 지점)에서의 시계열 풍향빈도를 계절별로 나타내었다. 4계절 중 여름과 가을에 바람이 덜 부는 것으로 나타났다($\text{calm} < 0.5\text{m/s}$). 또한 밤보다는 해가 떠 있을 때에 바람이 더 많이 발생했다. 계절별 평균풍속은 겨울 1m/s, 봄 1.14m/s, 여름 0.75m/s, 가을 0.62m/s로 봄이 가장 강했고, 여름과 가을에는 태풍이 있음에도 불구하고 평균풍속이 작았다. 부록 그림 2에 연구기간 중 평균 풍속과 최대풍속을 나타내었다. 4계절 모두 오전 중에 남풍과 남서풍이 생겼다가 늦은 오후 줄어드는 것을 볼 수 있다. 계절별 전 측정지점 밤과 낮의 바람장미(부록 그림 3 ~ 그림 12)와 종합하여 볼 때, 미약하지만 산곡풍이 발생하는 것으로 판단된다.

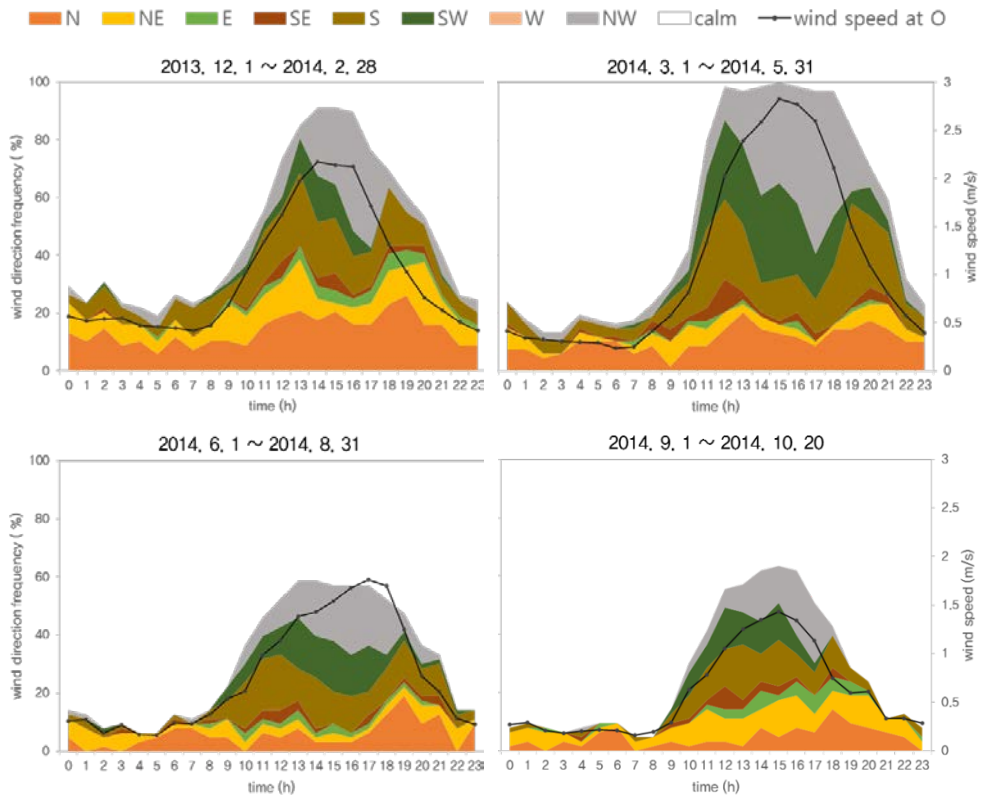


그림 III-2 O의 계절별 풍향빈도

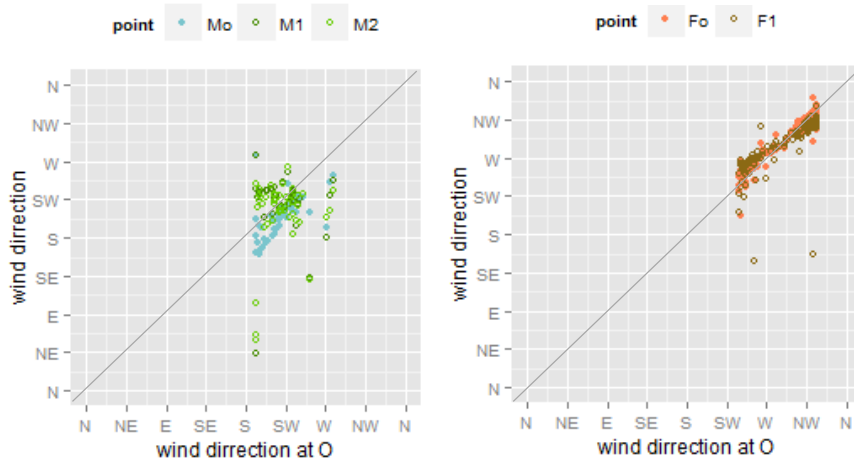
1.2 바람유형에 따른 풍향 분석

풍수에서 좌청룡, 우백호라 불리는 산록완사면의 좌우 산지는 산줄기 안쪽의 공간의 바람 방향에 영향을 끼친다. 다음은 각 축과 나란한 방향과 수직인 방향으로 바람이 불 경우를 나누어 풍향을 분석한 그래프이다.

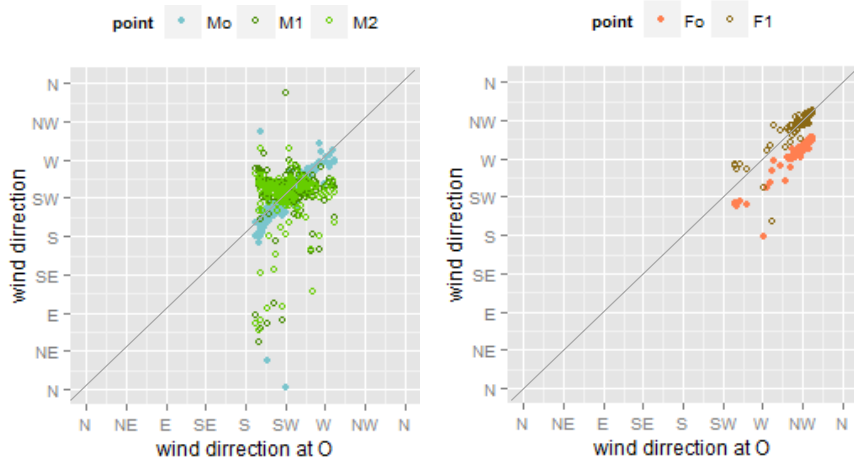
1) O점에 각 축의 방향으로 바람(upslope wind)이 불 때

그림 III-3의 (a)~(e)는 측정기간별로 O점에 각 축을 따라 바람이 불 때, 각 지점의 풍향을 나타낸 그래프이다. 왼쪽에는 O점에 M축과 나란한 방향으로 바람이 불 때에 Mo, M1, M2, M3지점의 풍향을 나타내었고, 오른쪽에는 O점에 F축과 나란한 방향으로 바람이 불 때에 Fo, F1, F2, F3의 풍향을 나타내었다. Mo에서는 O와 동일한 방향의 바람이 불고, M1, M2, M3에서는 남서풍으로 바람이 정렬되는 것을 확인할 수 있다. 반면에 F축 쪽에서는 O, Fo, F1에 모두 같은 방향의 바람이 불었다.

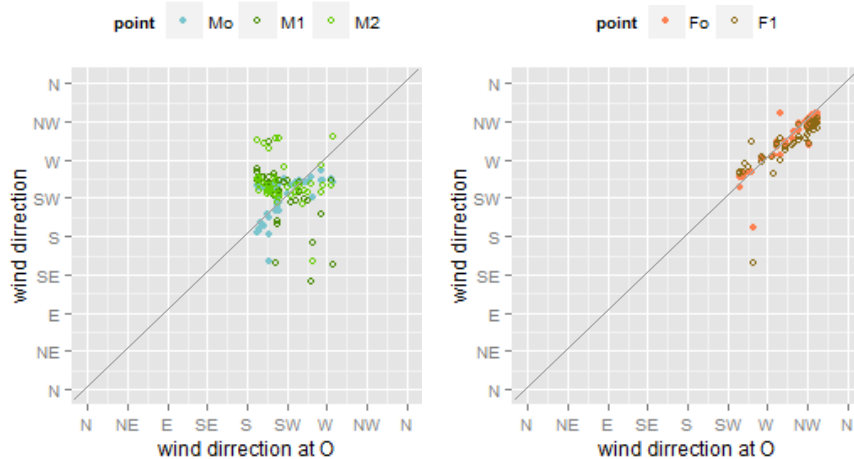
이것은 M지역의 산줄기 사이 간격에 비해 F지역의 산줄기 사이 간격이 더 커서 바람이 그대로 불기가 쉽고 M지역에는 마을숲이 존재하여 바람을 거르기 때문으로 생각된다.



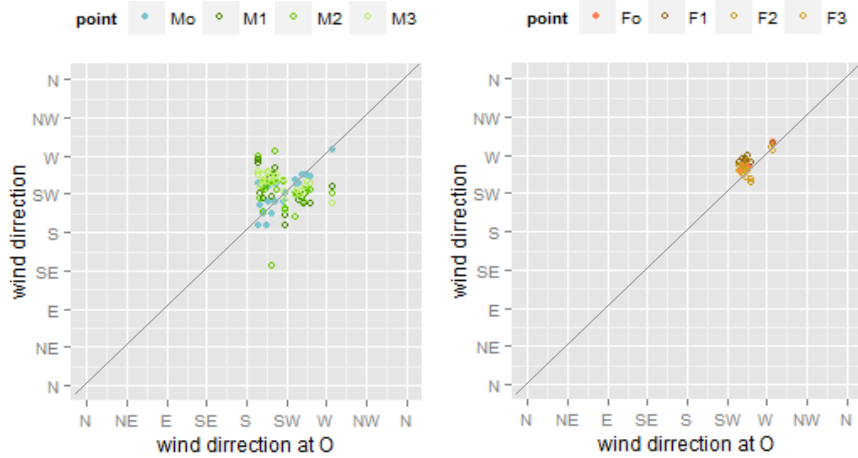
(a) 2013. 12 ~ 2014. 02



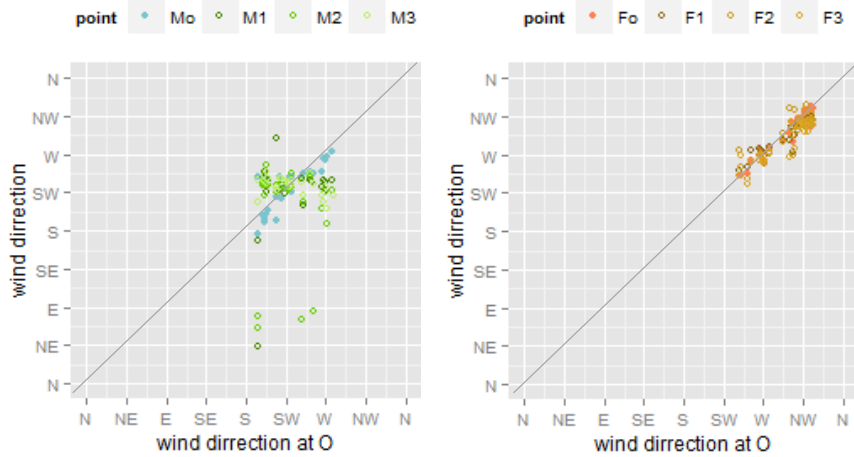
(b) 2014.03 ~ 2014. 05



(c) 2014. 06 ~ 2014. 07. 15



(d) 2014. 07. 16 ~ 2014. 08



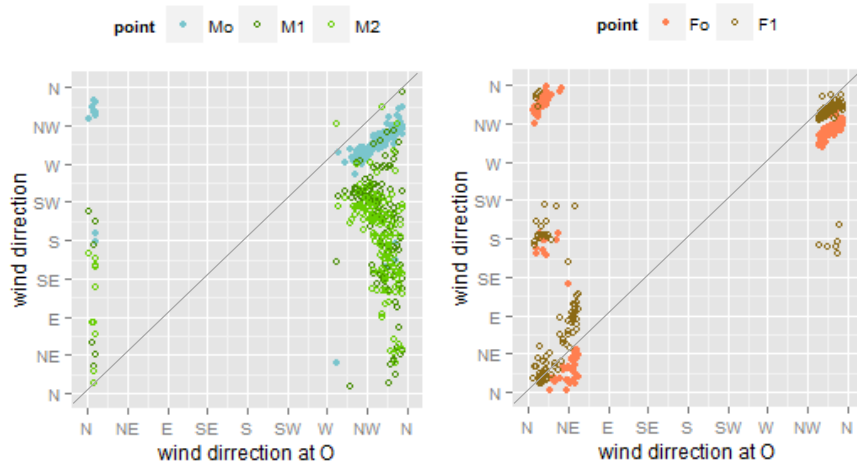
(e) 2014. 09 ~ 2014. 10. 20

그림 III-3 O에 각축을 따라 바람이 불 때 각 지점의 풍향

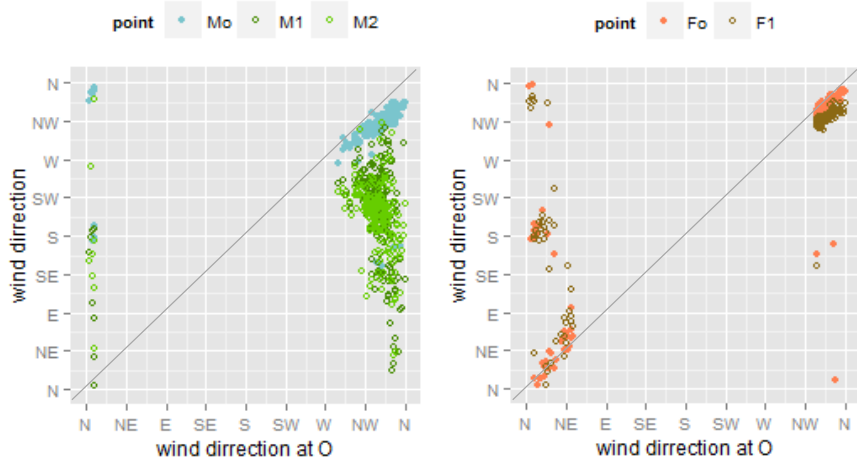
2) O에 각 축에 수직인 바람이 불 때

그림 III-4의 (a)~(e)는 측정기간별로 O에 각축에 수직인 바람이 불 때, 각 지점의 풍향을 나타낸 그래프이다. 왼쪽에는 O에 M축에 수직인 방향으로 바람(마을숲과 평행한 바람)이 불 때에 Mo, M1, M2, M3의 풍향을 나타내었고, 오른쪽에는 O에 F축에 수직인 방향으로 바람이 불 때에 Fo, F1, F2, F3의 풍향을 나타내었다. O에 M축에 수직인 방향으로 바

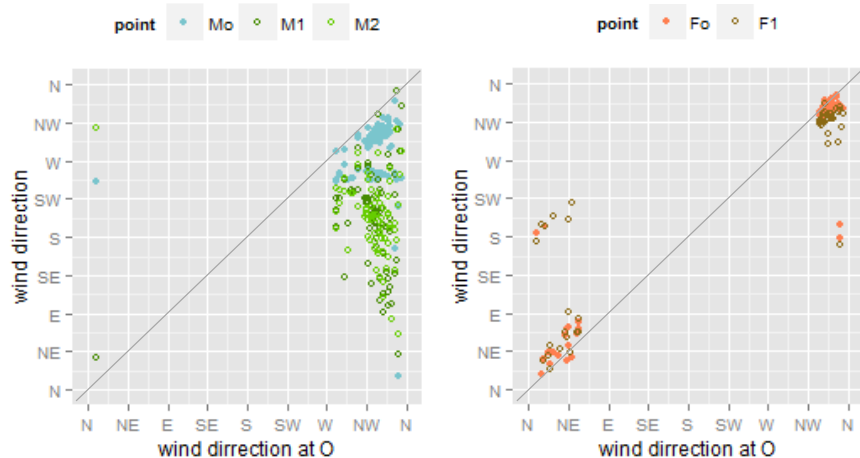
람(마을숲과 평행하게 바람)이 불 때에, 마을숲 바깥인 Mo에서는 O와 같은 방향이 부는 반면, M1, M2, M3에서는 M축을 따라서 남풍계열의 바람이 주로 불었다. F축에 수직인 바람이 불 때에 Fo, F1, F2, F3에서는 대부분 O와 유사한 방향의 바람이 불고, F축과 나란한 남풍바람이 부는 경우는 드물었다.



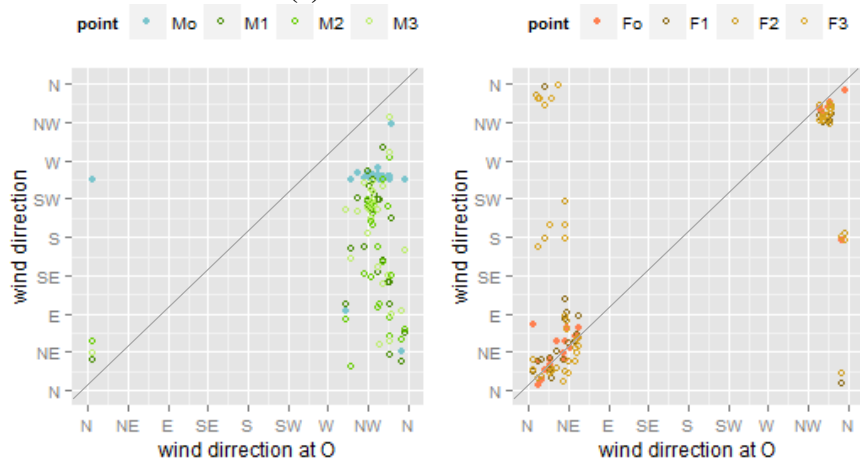
(a) 2013. 12 ~ 2014. 02



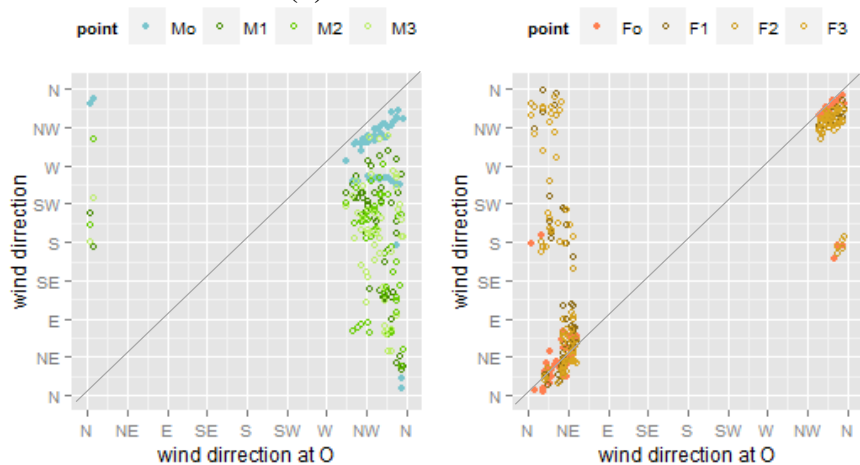
(b) 2014.03 ~ 2014.05



(c) 2014. 06 ~ 2014. 07. 15



(d) 2014. 07. 16 ~ 2014. 08



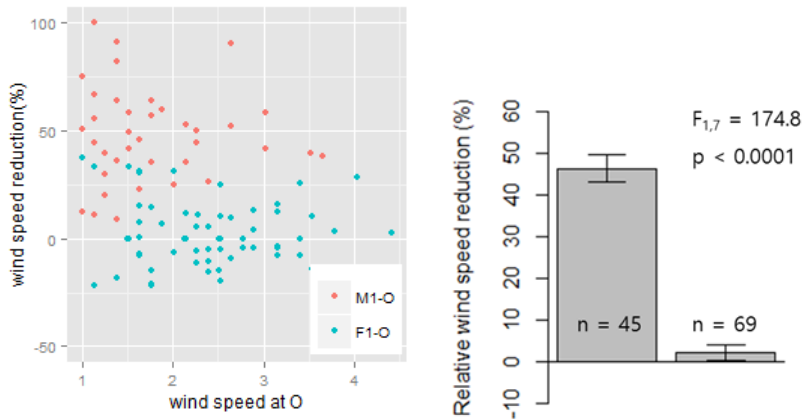
(a) 2014. 09 ~ 2014. 10. 20

그림 III-4 O에 각 축에 수직 방향으로 바람이 불 때 각 지점의 풍향

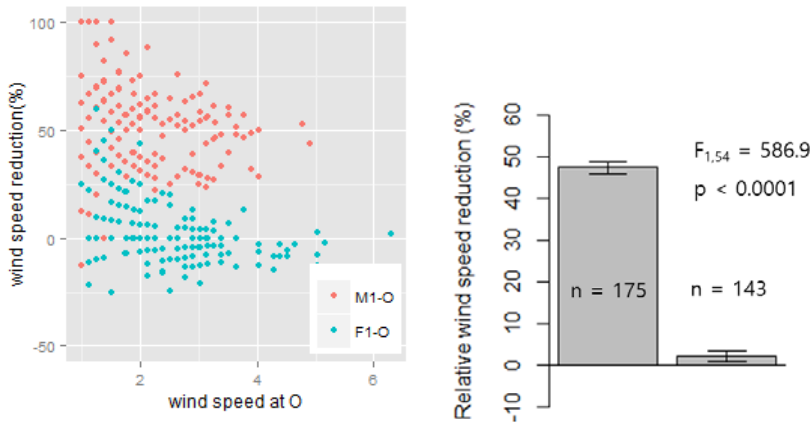
2. 마을숲이 제공하는 미기후 조절효과

2.1 풍속저감효과

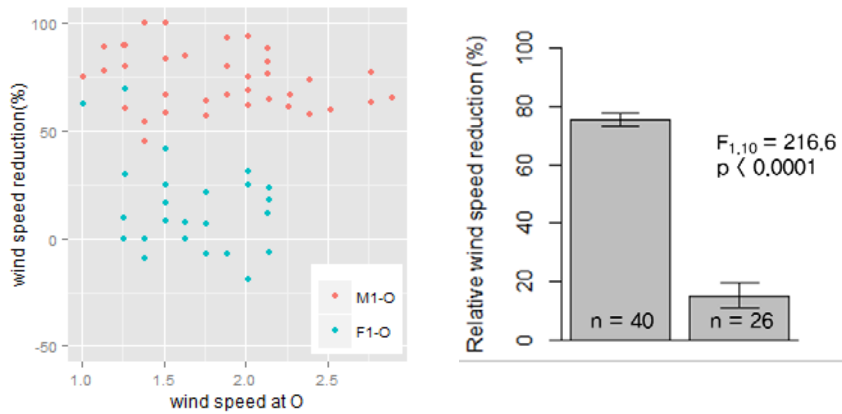
마을숲이 풍속을 감소시키는 효과를 알아보기 위해, M지역과 F지역의 풍속저감률을 비교하였다. **그림 III-5**는 2013년 12월~2014년 10월, 각 측정기간 동안 측정지점 O에 각 축의 방향을 따라 바람이 불 때, M1과 F1의 풍속저감률을 비교한 그래프이다. 왼쪽에는 O에서의 풍속에 따른 각 지점의 풍속저감률을 나타내었고, 오른쪽에는 풍속저감률의 분산 분석결과와 평균 풍속저감률을 나타내었다.



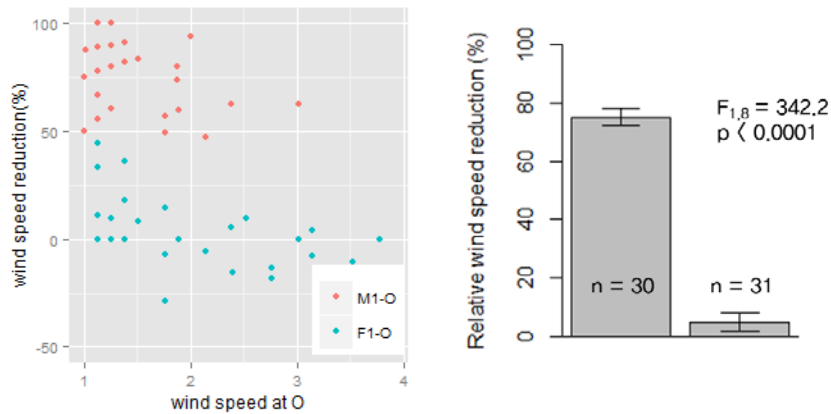
(a) 2013.12 ~ 2014.02



(b) 2014.03 ~ 2014.05



(c) 2014. 06 ~ 2014. 08



(d) 2014. 09~2014. 10

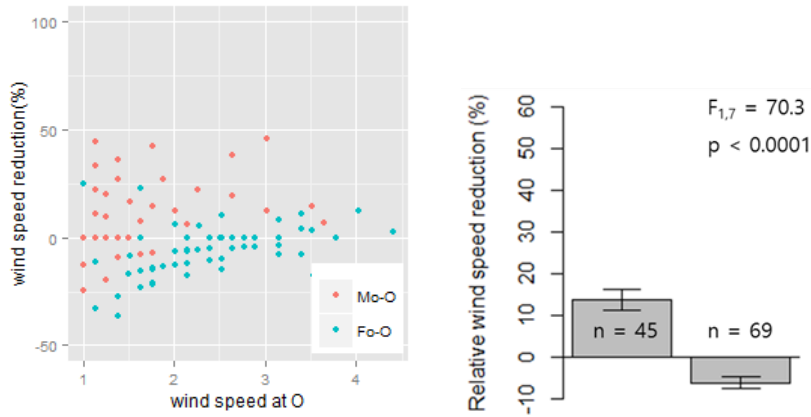
그림 III-5 마을숲 안에서 마을숲의 풍속저감효과

M1에서는 한 사례를 제외하고는 풍속이 줄어들었다. 4m/s 이상의 센 바람에 대해서도 약 50% 내외의 풍속저감효과가 있었다. 반면에 F1에서는 풍속이 증가하는 경우가 있었다.

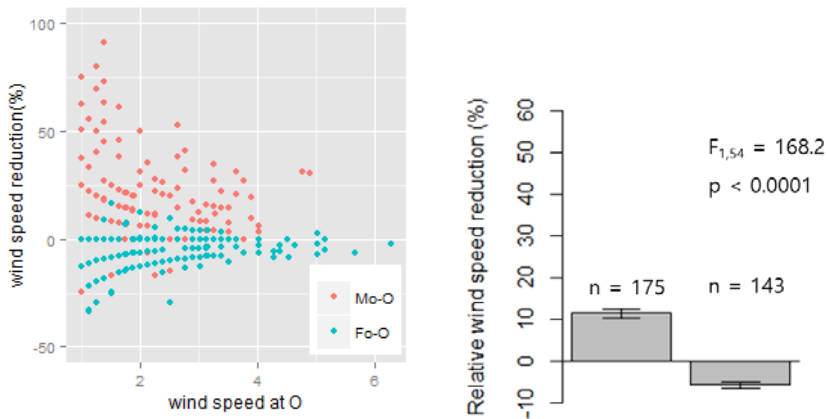
바람이 마을숲을 통과하기 전인 마을숲 바깥 위치에서의 마을숲의 풍속저감을 보기 위해서 Mo와 Fo의 풍속저감률을 비교한 그래프를 그림 III-6에 나타내었다. Mo에서는 대부분의 경우 풍속이 저감되는 것을 확인할 수 있었다. 반면에 Fo에서는 풍속이 더 증가하는 경우가 많았다.

마을숲 안쪽(M1)에서 겨울에는 평균 45%, 봄에는 평균 47% 여름에

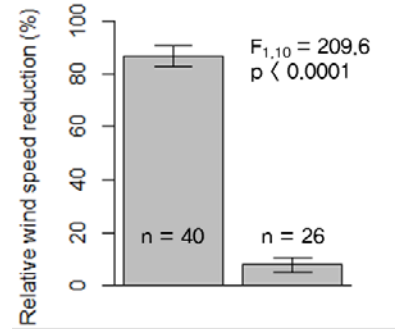
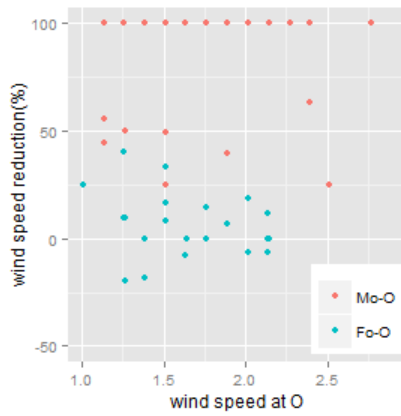
는 평균 75%, 가을에는 평균 76% 풍속저감이 있었고, 마을숲 바깥(Mo)에서 겨울에는 평균 13%, 봄에는 평균 11% 여름에는 83%, 가을에는 51%의 풍속저감률을 보였다. F지점들의 풍속저감과 M지점들의 풍속저감을 비교해본 결과 마을숲은 안쪽뿐만 아니라 바깥에서도 바람을 약화시키는 역할을 하였다.



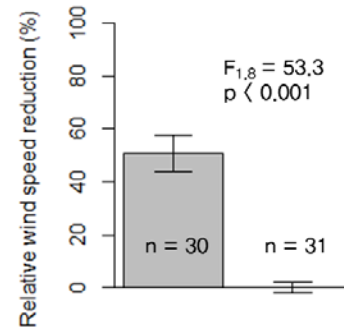
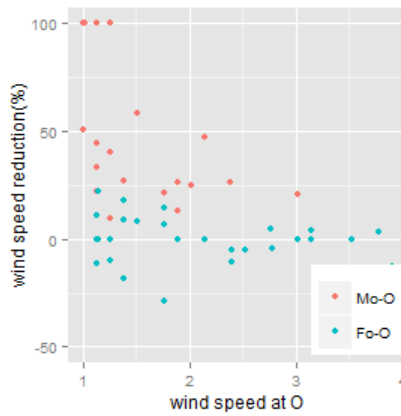
(a) 2013.12 ~ 2014.02



(b) 2014.03 ~ 2014.05



(c) 2014. 06 ~ 2014.08



(d) 2014. 09 ~ 2014.10

그림 III-6 마을숲 바깥에서 마을숲의 풍속저감효과

그림 III-7에 M축의 방향으로 바람이 불 때에 각 지점의 풍속을 나타내었다. 마을숲에서 3h떨어진 지점(M1)이 6h 떨어진 지점(M2)보다 풍속이 더 많이 줄어든 것을 확인할 수 있다. 방풍림의 바로 뒤가 가장 풍속이 작고, 그 후에는 다시 풍속이 증가한다는 선행연구 결과에 부합한다(Raine과 Stevenson 1977).

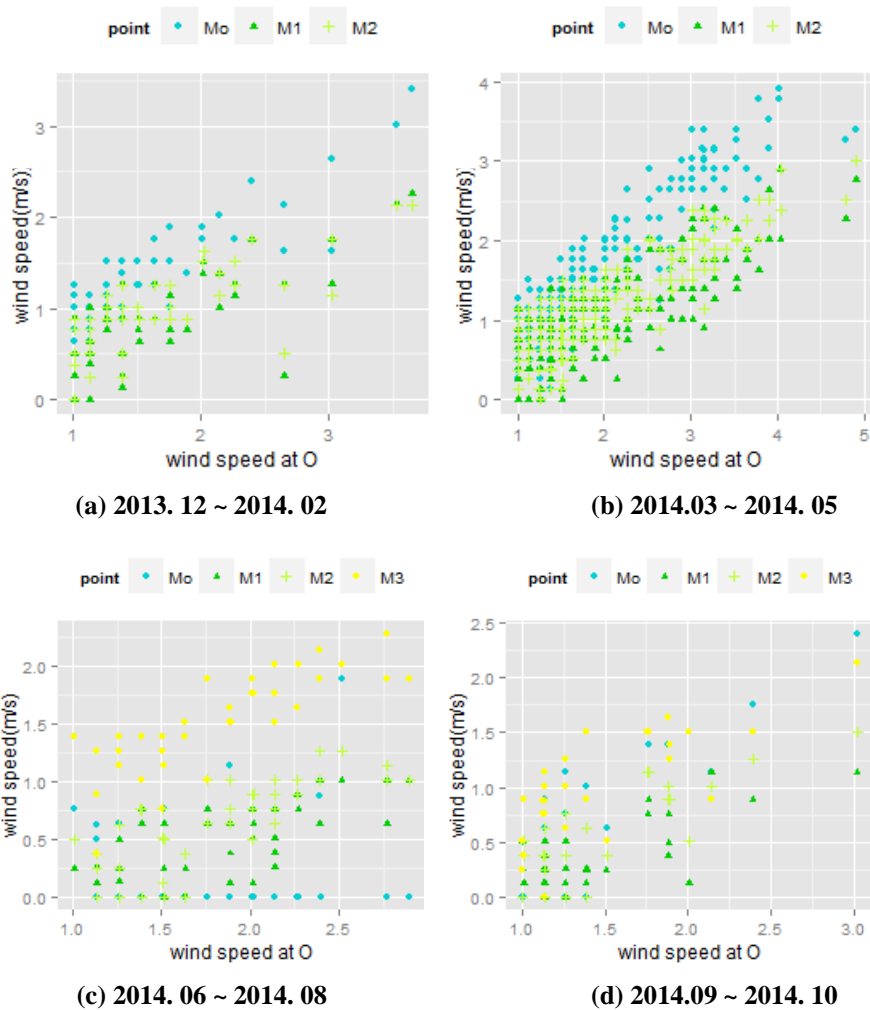


그림 III-7 M축의 방향으로 바람이 불 때 각 지점 풍속

2.2 증발저감효과

2013년 12월~2014년 2월, 2014년 3월~ 5월의 자료에서, 각 축의 방향으로 바람이 불 때의 증발속도를 산출하여 풍속 저감에 의한 증발량 저감효과를 알아보았다.

표 III-1에 2013년 12월~2014년 2월, 각 축의 방향으로 바람이 불 때의 평균 증발속도와 지점간 차이의 유의성을 F검정을 실행한 결과를 나타내었다. 증발속도는 M1에서 가장 작고, O에서 가장 컸다. 즉, M1과 O, F1과 O를 비교했을 때 11%, 1.2%의 증발속도가 저감되었다(그림 III-8)

표 III-1 지점별 평균 증발속도와 분산분석결과(겨울)

M축	O	Mo	M1	M2	$F_{3,132} = 70.5$
	0.2078	0.2027	0.1960	0.1991	$p < 0.0001$
F축	O	Fo	F1		$F_{2,130} = 27.4$
	0.1774	0.1793	0.1761		$p < 0.0001$

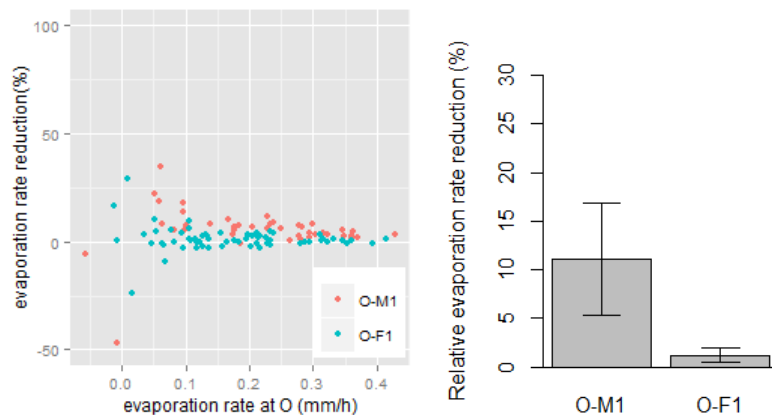


그림 III-8 각 축의 방향으로 바람이 불 때 증발속도 저감율(겨울)

2014년 3월~ 5월 각 축의 방향으로 바람이 불 때에 산출한 증발속도의 평균값과 지점간 차이의 유의성을 F검정을 실행한 결과를 표 III-2에 나타내었다. M1에서는 O에서보다 증발속도가 5.5%, 저감되었고, F1에서는 O보다 증발속도가 0.1% 작아져 큰 변화가 없었다.

표 III-2 지점별 평균 증발속도와 분산분석결과(봄)

M축	O	Mo	M1	M2	$F_{3,471} = 270.7$
	0.5559	0.5492	0.5305	0.5373	$p < 0.0001$
F축	O	Fo	F1		$F_{2,250} = 20.0$
	0.5165	0.5193	0.5155		$p < 0.0001$

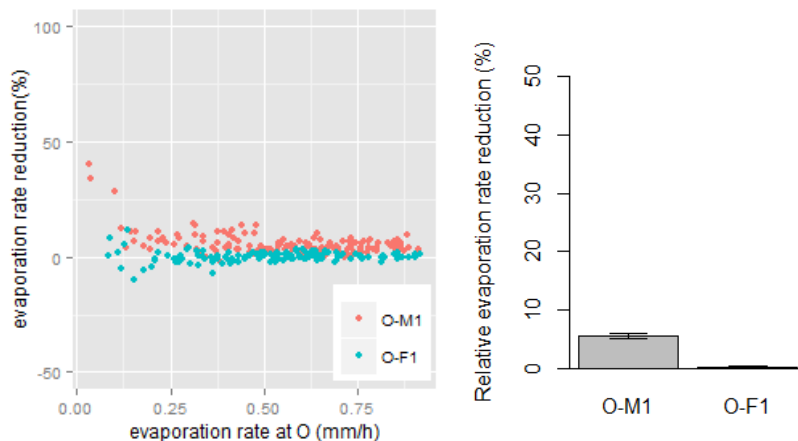


그림 III-9 각 축의 방향으로 바람이 불 때 증발속도 저감율(봄)

그림 III-10에 날씨가 맑고 축을 따라 바람이 부는 날을 골라 그날의 기상상황을 나타내었다. 12월 31일과 1월 1일 10시~ 17시사이에 마을 숲 안쪽에서 풍속이 작고, 상대습도가 높았다. 절대습도는 마을숲 안쪽에서 높고 증발속도는 작았다. 마을숲의 풍속저감효과가 증발속도 저감에 영향을 끼쳤다.

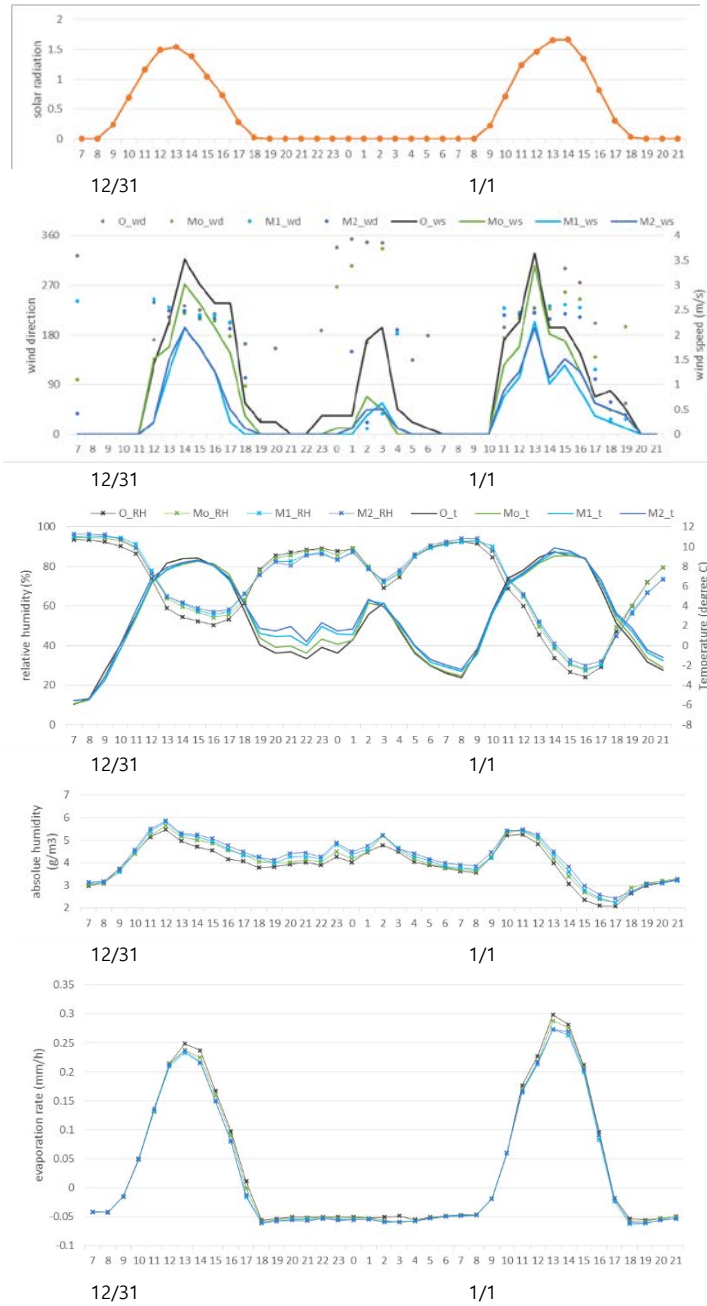


그림 III-10 12월 31일, 1월 1일의 일사량, 각 지점별 풍향풍속, 온도, 상대습도, 절대습도, 증발속도

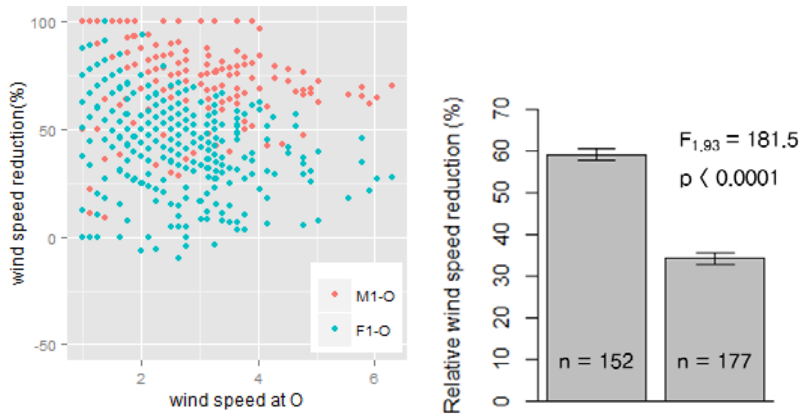
3. 산줄기에 의한 방풍효과

3.1.2에서 각 축에 수직으로 바람이 불 때 각 지점에서 어떤 바람이 부는지 확인하였다. M1, M2, M3, F1, F2, F3 모두에서 바람이 축 방향으로 정렬되는 경우가 있었고, 특히 M지역에서 그 경향이 두드러졌다. 따라서 산줄기에 의한 풍속저감이 될 것이라고 유추할 수 있었다.

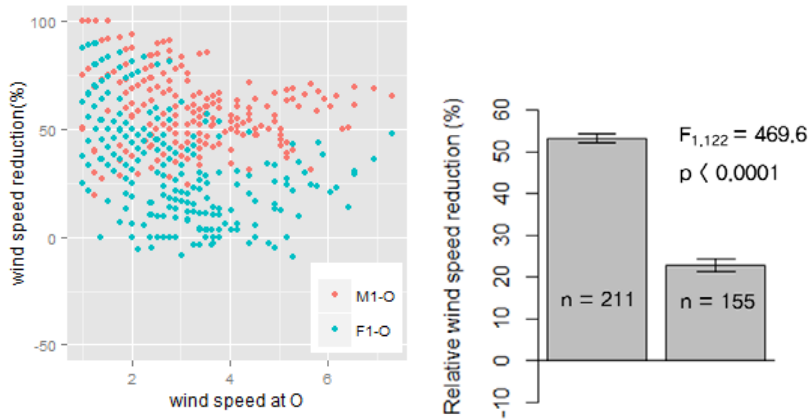
그림 III-11는 2013년 12월~2014년 2월, 2014년 3월~ 5월, O에서 축에 수직 방향으로 바람이 불 때의 M1과 F1에서 풍속저감률을 나타낸 그래프이다. M1과 F1에서는 O에서보다 약한 바람이 불었다. 2013년 12월~2014년 2월에 M1에서는 58%, F1에서는 33%, 2014년 3월~ 5월에 M1에서는 53%, F1에서는 22% 풍속이 줄어들었다.

그림 III-12에 2013년 12월~2014년 2월, 2014년 3월~ 5월 O의 풍속에 따른 Mo, M1, M2의 풍속을 나타내었다. 마을숲 바깥인 Mo에서는 O와 같거나 조금 약한 바람이 주로 불었고, 마을숲 안쪽인 M1과 M2에서는 비슷한 정도로 풍속이 감소되어 나타났다.

위의 결과를 통해 산줄기가 방풍역할을 한 것을 알 수 있었다.

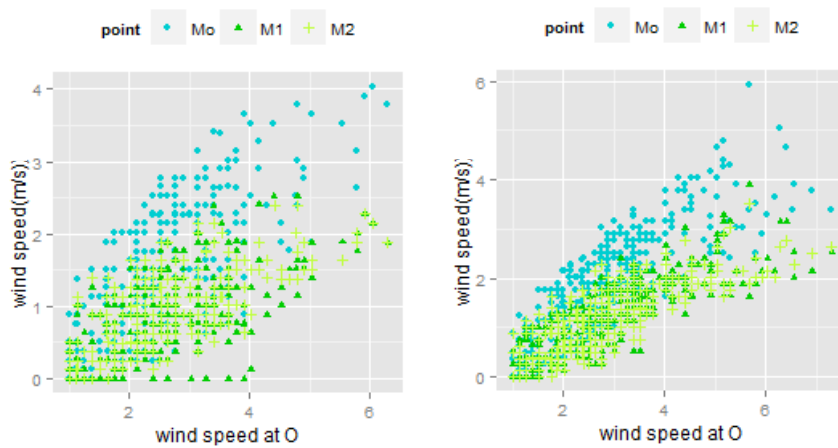


(a) 2013. 12 ~ 2014. 02



(b) 2014.03 ~ 2014. 05

그림 III-11 산줄기에 의한 방풍효과



(a) 2013. 12 ~ 2014. 02

(b) 2014.03 ~ 2014. 05

그림 III-12 각 축에 수직방향으로 바람이 불 때 각 지점 풍속

아래에 각 측에 수직방향의 바람이 불었을 때의 증발저감 분석결과 나타내었다. 이 때에는 마을숲 바깥의 O지점보다 M1은 평균16%, F1는 6%로 증발속도가 작았다.

표 III-3 각 측에 수직방향으로 바람이 불 때 지점별 평균 증발속도와 분산분석결과(봄)

M측	O	Mo	M1	M2	$F_{3,630} = 559.5$
	0.4293	0.4109	0.3936	0.3952	$p < 0.0001$
F측	O	Fo	F1		$F_{2,308} = 165.6$
	0.4338	0.4286	0.4190		$p < 0.0001$

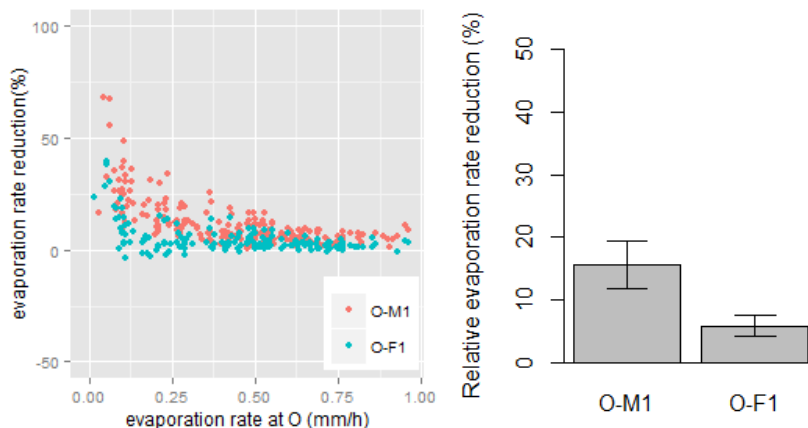


그림 III-13 각 측에 수직방향으로 바람이 불 때 증발속도 저감율(봄)

부록 그림 13에 5월 26일, 27일의 기상상황을 나타내었다. 5월 26일에는 O에 M측에 수직인 북서풍이 불고, 5월 27일에는 M측 방향으로 남서풍이 불고 있다. 26일과 27일 모두 마을숲 안쪽에서 풍속이 저감되고, 상대습도가 높았고 온도는 큰 차이가 없었다. 산출된 절대습도와 증발속도를 보면, 마을숲 안쪽에서 절대습도가 높고 증발속도가 작았다.

4. 기상완화 효과

몬순 기후에 속하는 한국은 여름철에 장마가 있고, 태풍이 불어와 시설물이나 농작물 피해를 입는다. 연구기간 중 여름과 가을철에 강풍이 불었던 날은 7월 10일(태풍 너구리), 7월 25~26일, 8월 3일(태풍 나크리), 8월 9일, 10월 4~5일(태풍 판폰), 10월 10~11일(태풍 봉풍)이다. 7월 25~26일에는 남풍과 남서풍이 불었고, 나머지 기간에는 모두 북동풍이 불고 풍속저감효과가 유사했다.

그림 III-14에 여름 장마기간 중 전북지역에 강풍이 불었던 7월 25~26일의 풍향풍속 자료를 M축과 F축으로 분류하여 나타내었다. O에서는 2~5m/s의 바람이 불었으며 Mo, M1, M2, M3에서 모두 풍속이 작아졌다. 7월 25일 오전 9시부터 26일 1시까지의 풍향을 보면, O와 Mo 그리고 F축 지점들에서는 남풍이 불고 마을숲 안쪽인 M1, M2, M3에서는 서풍이 불었다. 이는 지형에 의해 바람 방향이 바뀐 것으로 생각된다. 이 때 Fo와 F3은 풍속이 줄었으나, F1과 F2는 비슷하거나 컸다. 26일 2시부터 오후 5시까지는 남서풍이 불었다. 마을숲에 수직으로 바람이 불어온 26일에 풍속저감 효과가 더 강하게 나타났다. 풍속은 3H지점인 M1에서 가장 작았고, M2, Mo, M3 순이었다. 이는 마을숲이 방풍림으로서의 역할을 한 것으로 생각된다. 이 때에 F축 지점들에서도 풍속이 작아진 것은 이 때의 풍향이 F축에 수직이었던 것으로 보아 지형에 의한 저감이라고 볼 수 있다. 하지만 25일의 M축에서처럼 계곡 안쪽에서 풍향이 축 방향으로 정렬되지 않았다.

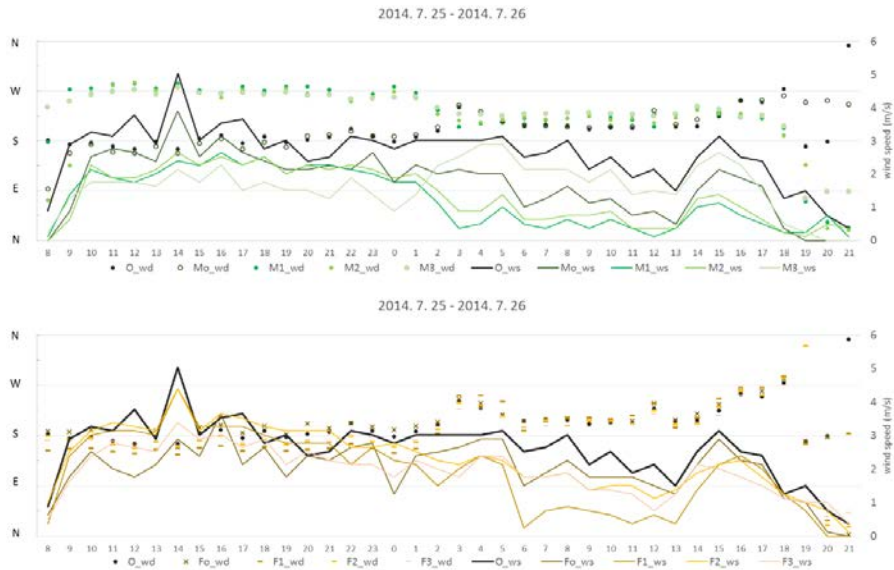


그림 III-14 여름철 장마기간 중 강풍이 분 날의 풍향풍속

그림 III-15과 그림 III-16에 태풍 나크리와 태풍 봉풍 때의 풍향풍속 자료를 M측과 F측으로 분류하여 나타내었다. 두 태풍이 왔을 때 O에서는 언제나 북동풍이 불었고 풍속은 1.5~4m/s였다. M3을 제외한 M측지점들과 F측지점들의 풍향은 O의 풍향과 크게 다르지 않은 풍향을 보였다. F측 지점들에서의 풍속저감보다 M측 지점들에서의 풍속저감이 매우 컸다. 산에 가까운 M3와 마을숲 바깥지점인 Mo가 바람이 불어가는 쪽에 위치해 풍속이 작아졌다. F측 지점들에서도 F3이 산에 가려져 가장 작은 풍속을 나타냈다.

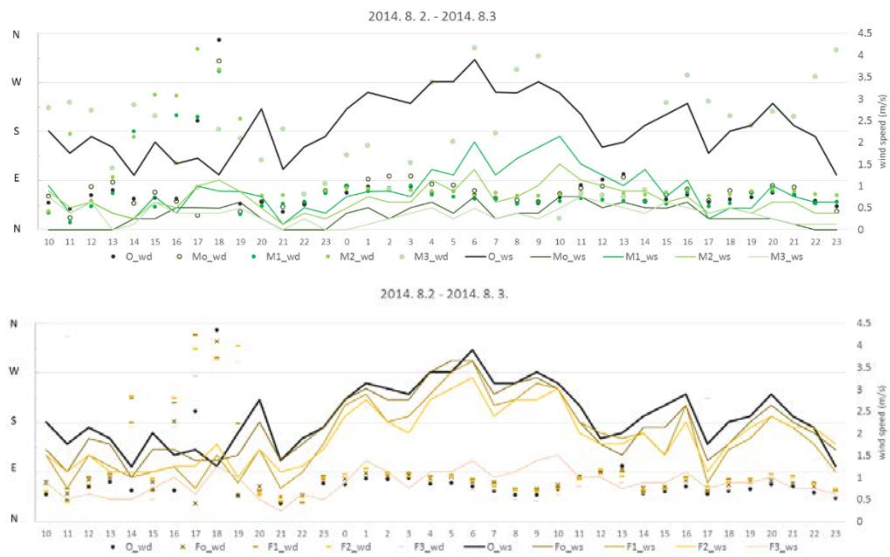


그림 III-15 태풍 나크리 때의 풍향풍속

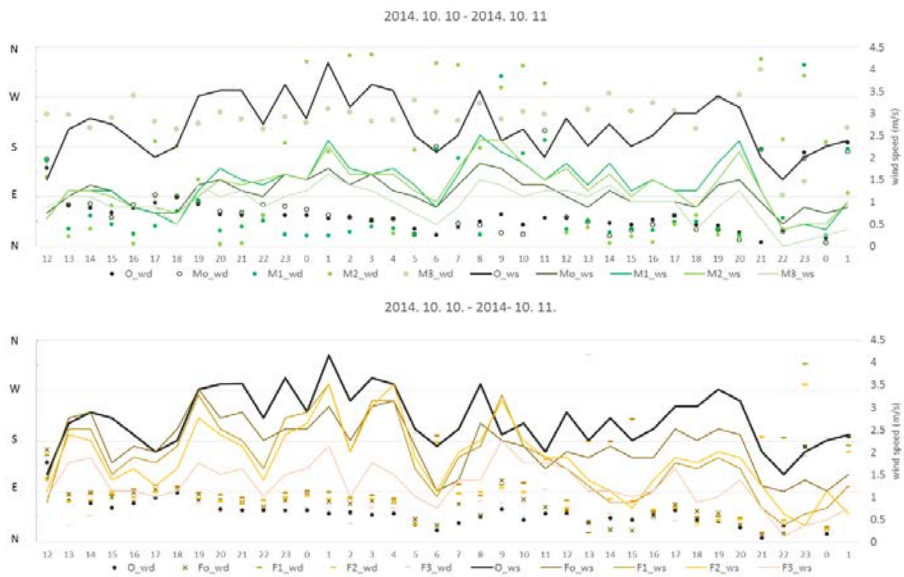


그림 III-16 태풍 봉풍 때의 풍향풍속

IV. 고찰

전통마을의 산줄기와 마을숲이 풍속과 증발량에 끼치는 영향, 그리고 기상 재해 때의 역할을 조사를 목적으로 2013년 12월부터 2014년 10월까지 기상요소를 측정하여 분석하였다. 먼저 마을에 부는 바람을 유형화 하기 위해 풍향분석을 진행했다. 마을숲의 미기후 조절 효과를 보기 위해서 마을숲에 의한 풍속저감률을 산출하였고, 측정한 자료를 통해 증발량을 추정하였다.

큰 규모로는 중관 기상의 영향으로 겨울과 봄에는 북서풍이 불고 여름에는 남서풍이 불었다. 작은 규모로는 산곡풍이 발달하여 겨울과 봄의 낮에 남서풍이 불었고, 밤에는 약한 북동풍이 불었다. 하지만 F지역에서는 산곡풍의 특징을 찾아보기가 어려웠고 M지역에 나타난 산곡풍도 밤에는 풍속이 매우 작아 선행연구(Koh 등 2010)에서만만큼 산곡풍이 강하게 나타나지 않았다. 이는 뒷산의 높이가 낮을뿐더러 유역이 작기 때문이라 판단된다. 비록 작은 유역이라 할지라도 **그림 III-3**에서 보았듯이 바람이 주변 산줄기의 영향을 받아 골짜기와 나란한 방향으로 부는 것을 확인할 수가 있었고, **그림 III-4**에서 확인했듯이 북서계절풍이 불 때 마을 안에서는 남서풍이 불었다. 따라서 마을숲은 마을로 불어 들어가는 남서풍에 대한 풍속저감효과가 있을 것으로 판단되었다.

마을숲의 풍속저감효과에 대해서는 M지역과 F지역을 비교함으로써 살펴보았다. 마을숲은 마을로 불어 들어오는 바람에 대해서 마을숲으로부터 60m인 곳에서 겨울 45%, 봄 47% 여름 75%, 가을 76%의 풍속저감효과가 있었다. 겨울보다 여름과 가을에 풍속저감률이 높은 것은 옥전마을숲이 활엽수로 이루어져 있어 여름과 가을에는 공극이 작기 때문

이라고 판단된다(Koh et al. 2014) 또한 마을숲은 태풍이 불었을 때 마을 앞과 뒤에서 풍속이 저감되는 것을 확인할 수 있었고 이는 강풍으로부터 주변 농작물을 지키는 역할을 했을 것으로 생각된다.

건조한 겨울과 봄에 유역안쪽으로 바람이 불 때 M1에서는 겨울 11%, 봄 5.5%로 증발이 저감되었지만 F1에서는 겨울 1.2%, 봄 0.5%로 증발이 저감효과가 작았다. 저감되는 증발량에 대한 예시를 다음에 들었다. 날씨가 맑고 오후에는 남서풍이 불었던 2014년 3월 22일 오전 6시부터 오후 6시까지 12시간동안의 증발속도와, 절대습도, 증발량을 산출한 것을 표 IV-1에 정리하였다.

표 IV-1 3월 22일 증발속도, 절대습도, 증발량

지점	증발속도 (mm/12h)	절대습도 (g/m ³)	증발량(증발속도 *18,000m ²)
O	3.30	4.85	59.4m ³
Mo	3.25	5.22	58.5m ³
M1	3.18	5.17	57.2m ³
M2	3.20	5.27	57.6m ³

O에서는 증발속도가 3.3mm/12h, M1에서는 3.18mm/12h, M2에서는 3.2mm/12h로, 12시간동안의 증발량 차이는 약 0.1mm이고 마을숲 안쪽에서의 증발저감률은 약 3.5%이다. 이것은 논에 10cm 깊이로 물이 대어져 있을 경우를 가정하면, 마을숲 바깥들에서 논물의 약 0.1%가 더 증발한다. 옥전마을 안뜰의 논 면적은 18000m²이므로, 12시간 동안 마을숲 바깥의 같은 면적의 논에서 1.8~2.2m³ 더 증발하는 것이다.

축에 수직으로 불어온 바람은 M지역에서는 풍향이 바뀌면서 풍속도 줄어들어 산줄기는 방풍효과가 있음을 알 수 있었다. F지역에서도 풍향

은 바뀌는 경우도 있었으나 바뀌지 않는 경우도 있었고 풍속도 M지역에
서만큼은 줄어들지 않았다. 이것은 F지역의 오른쪽 산줄기가 M지역의
오른쪽 산줄기(F지역의 왼쪽 산줄기)에 비해 낮아 바람이 넘어갈 공간
이 있었기 때문으로 생각된다. 태풍이 왔을 때 북동풍에 대해서 산줄기
는 방풍역할을 했음을 확인할 수 있었다.

V. 결론

이 연구는 산록완사면 마을의 바람길에서 풍수적 마을입지방식의 의미와 마을숲의 미기후 조절효과를 조사하기 위해서 이 연구를 진행하였다. 구체적으로 지형과 마을숲이 바람의 방향과 속도, 그리고 증발량에 끼치는 영향에 대해 분석하였다. 그 연구결과는 다음과 같다.

연구대상지에서 바람은 계절풍이 가장 두드러지게 나타나 겨울에는 북서풍, 여름에는 남서풍이 주로 불었다. 옥전마을에서는 산곡풍이 약하게 형성되고 바람방향이 골짜기 방향으로 정렬되었다. 산줄기는 겨울과 봄에 차가운 북서계절풍을 막는 역할을 했고 이 때 마을 안과 바깥의 풍속은 50% 넘게 차이가 났다. 증발속도는 15%의 차이를 보였다. 그리고 마을숲은 겨울과 봄에 마을로 불어 들어오는 바람을 갈무리하여 풍속을 저감시키는 효과가 약 45~47% 있었다. 또한 이 때에 증발속도가 작아져 수분이 보유되는 효과가 5~10% 있었다. 이는 장밭들에서보다 옥전마을에서 두드러지게 나타났다. 또한 여름과 가을 마을숲의 풍속저감효과는 약 75%로 높았고 태풍이 불 때에도 마을 안은 풍속이 작았으며, 마을숲은 그 주변지역의 풍속을 약화시키는 역할을 했다.

연구대상지는 산줄기로 둘러싸인 마을로 전형적인 한국 전통마을의 입지방식을 취하고 있어 다른 한국의 전통마을의 경관을 해석하고 마을숲의 미기후 조절효과를 알아보는 데에도 도움이 될 것이며, 이 연구의 결과는 마을숲의 생태계서비스 평가에 사용될 수 있을 것이다.

미기후의 패턴을 정확히 알아내기에는 측정 장비들의 정밀도가 부족했던 것이 이 연구의 한계로 남는다. 후속연구에서는 더 정밀한 방법으로 수분 flux 측정을 할 필요가 있다.

사사

이 연구는 국립산림과학원에서 연구비 지원을 받아 이루어졌다.

참고문헌

- 김학범, 장동수. (1994). 마을숲. : 韓國傳統部落의 堂숲과 水口막이. 열화당. 서울
- 박봉우. (2006). 마을숲과 문화. 한국학논집. 35, 195-232
- 박재철, 정경숙, 장혜화. (2003). 진안 하초 마을숲의 온도 조절 기능 분석. 농촌계획. 9, 35-41.
- 박재철, 김영우. (2004). 부안 고사포 비보숲의 바람조절 기능. 한국임학회지. 93, 325-330.
- 이도원. (2003). 한국 옛 경관 속의 생태지혜. 서울대학교 출판부. 서울
- 이도원. (2004a). 전통마을 경관요소들의 생태적 의미. 서울대학교출판부. 서울
- 이도원. (2004b). 한국의 전통생태학. 사이언스북스. 서울
- 이도원, 최원석, 유영민. (2006) 전통마을숲의 의미와 복원사업의 평가. 심포지엄 자료집 『전통 마을숲의 보전관리 방향』. 생명의숲국민운동. 서울. 41-79.
- 이도원, 고인수, 박찬열. (2007). 전통마을숲의 생태계 서비스. 서울대학교출판부. 서울
- 이도원, 박수진, 윤홍기, 최원석 (2012). 전통생태와 풍수지리. 지오북. 서울
- 이현영 (2000). 한국의 기후. 법문사. 서울
- 장재훈 (1999). 한국의 촌락입지에 관한 지형학적 연구. 응용지리. 13,

141–157.

최원석. (2004). 한국의 풍수와 비보: 영남지방 비보경관의 양상과 특성.

민속원. 서울

최재웅. (2004). 마을숲 문화가 있는 아름다운 우리 농촌마을. 한국의 전통생태학. 사이언스북스. 서울. 제 13장.

Berkes, F. (1993). *Traditional ecological knowledge in perspective*.

Traditional ecological knowledge: Concepts and cases, 1–9.

Brandle, J. R., Hodges, L., Zhou, X. H. (2004). Windbreaks in North American agricultural systems. *Agroforestry Systems* 61:65–78.

Carslaw, D.C. and K. Ropkins, (2014). openair: Open-source tools for the analysis of air pollution data. R package version 1.0.

Cleugh, H. A. (1998). Effects of windbreaks on airflow, microclimates and crop yields. *Agroforestry Systems* 41: 55–84.

Defant, F. (1949). : Zur Theorie der Hangwinde, nebst Bemerkungen zur Theorie der Berg- und Talwinde. [A theory of slope winds, along with remarks on the theory of mountain winds and valley winds]. *Arch. Meteor. Geophys. Bioclimatol.*, Ser. A, 1, 421–450 (Theoretical and Applied Climatology).

Dingman, S. L. (2002). *Physical Hydrology*: Prentice Hall, USA.

Foken, T., & Nappo, C. J. (2008). *Micrometeorology*: Springer.

Heisler, G. M., & Dewalle, D. R. (1988). 2. Effects of windbreak structure on wind flow. *Agriculture, ecosystems and environment*, 22,

41–69.

Koh, I., Kim, S., & Lee, D. (2010). Effects of bibosoo plantation on wind speed, humidity, and evaporation in a traditional agricultural landscape of Korea: Field measurements and modeling. *Agriculture, ecosystems & environment*, 135(4), 294–303.

Koh, I., Park, C., Kang, W., & Lee, D (2014). Seasonal effectiveness of a Korean traditional deciduous windbreak in reducing wind speed. *Journal of Ecology and environment*, 37(2):91–97.

Loeffler, A. E., Gordon, A. M., & Gillespie, T. J. (1992). Optical porosity and windspeed reduction by coniferous windbreaks in Southern Ontario. *Agroforestry Systems*, 17(2), 119–133.

McNaughton, K. G. (1988). Effects of windvreak on turvulent transport and microclimate. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 22/23:17–39

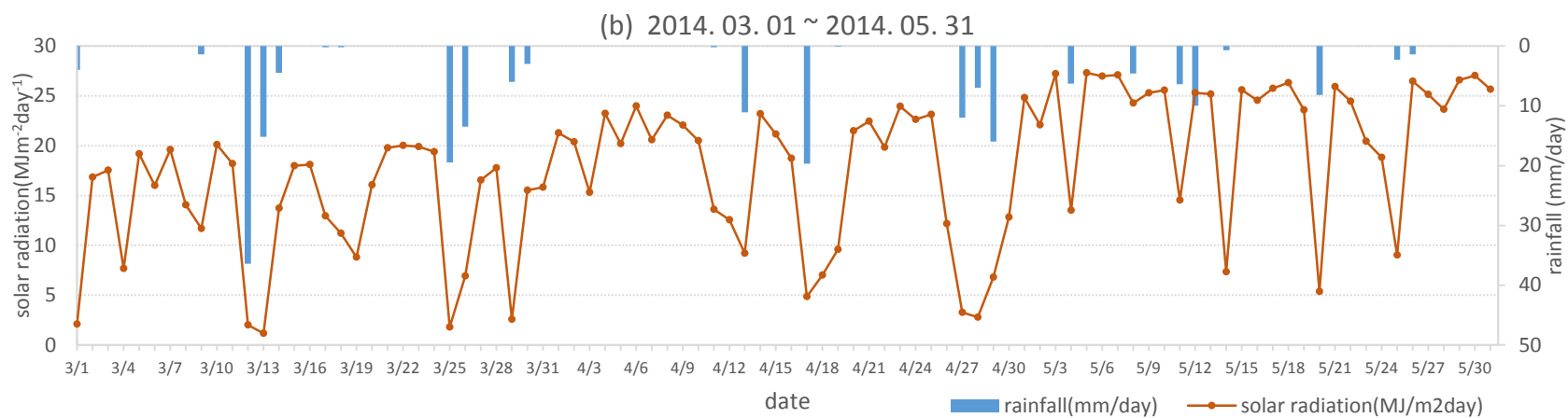
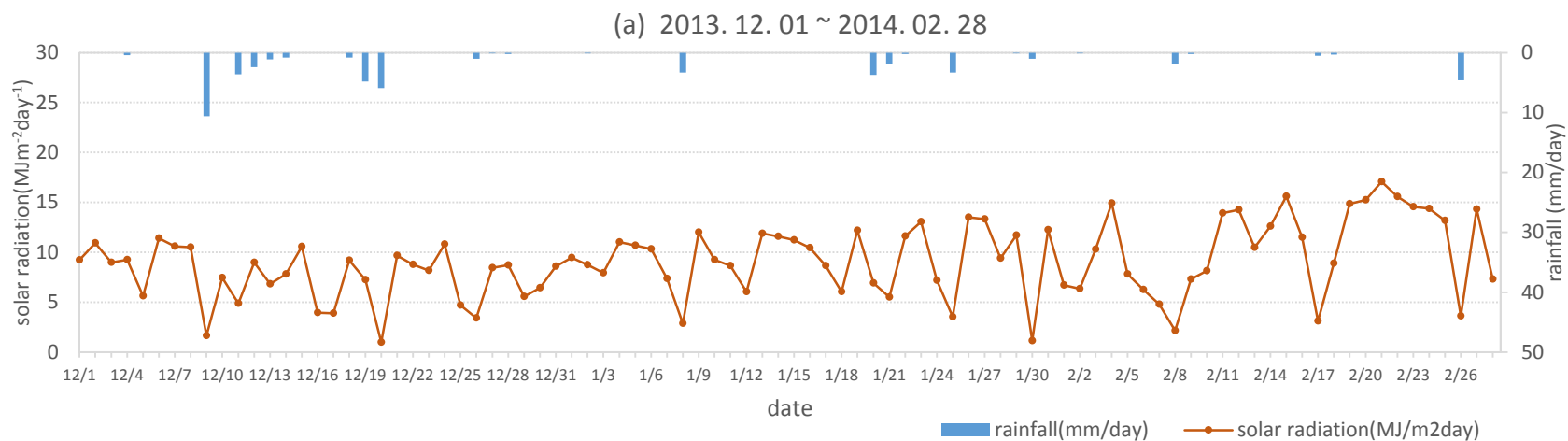
Raine, J. K., & Stevenson, D. C. (1977). Wind protection by model fences in a simulated atmospheric boundary layer. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 2(2), 159–180.

Rampanelli, G., Zardi, D., & Rotunno, R. (2004). Mechanisms of up-valley winds. *Journal of the atmospheric sciences*, 61(24), 3097–3111.

R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

부록

그림 1 남원시 연중 강수량과 광주기상청 일사량	44
그림 2 O에서의 평균풍속과 최대풍속	46
그림 3 2013.12 -2014.02 측정지점별 바람장미 (낮)	47
그림 4 2013.12 -2014.02 측정지점별 바람장미 (밤)	48
그림 5 2014.03 -2014.05 측정지점별 바람장미 (낮)	49
그림 6 2014.03 -2014.05 측정지점별 바람장미 (밤)	50
그림 7 2014. 06. 01 -2014. 07. 15 측정지점별 바람장미 (낮)	51
그림 8 2014. 06. 01 -2014. 07. 15 측정지점별 바람장미 (밤)	52
그림 9 2014. 07 16 -2014. 08. 31 측정지점별 바람장미 (낮)	53
그림 10 2014. 07 16 -2014. 08. 31 측정지점별 바람장미 (밤)	54
그림 11 2014. 09 -2014. 10. 20 측정지점별 바람장미 (낮)	55
그림 12 2014. 09 -2014. 10. 20 측정지점별 바람장미 (밤)	56
그림 13 5월 26일, 5월 27일의 일사량, 각 지점별 풍향풍속, 온도, 상대습도, 절 대습도, 증발속도	58



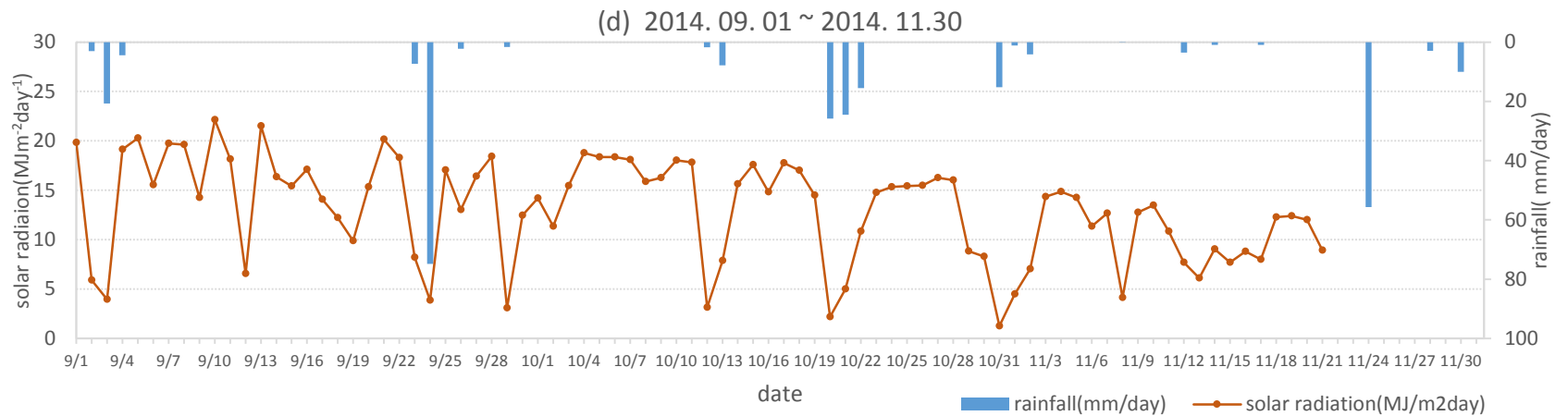
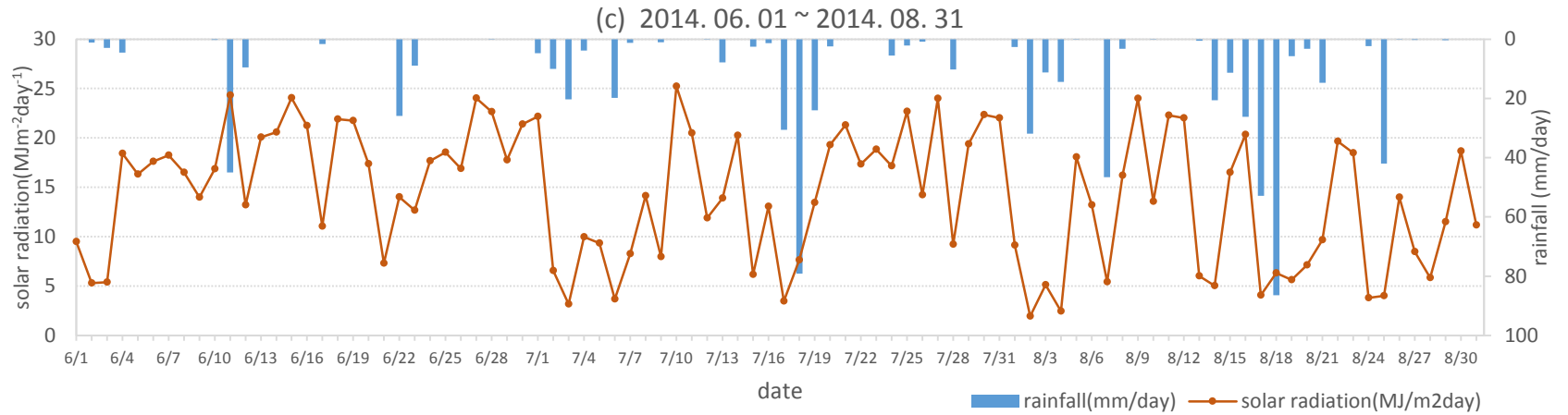
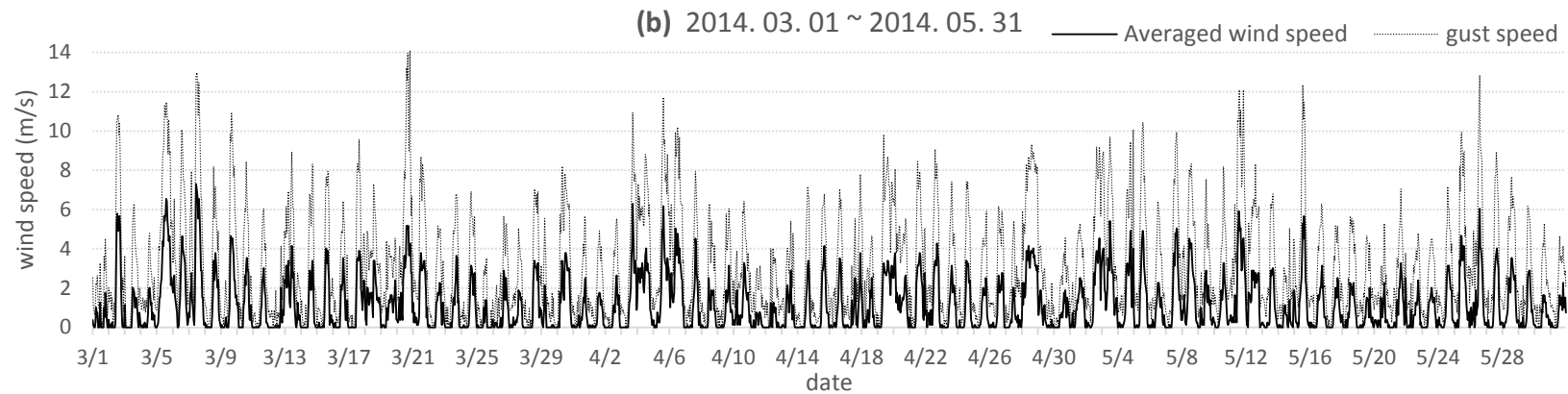
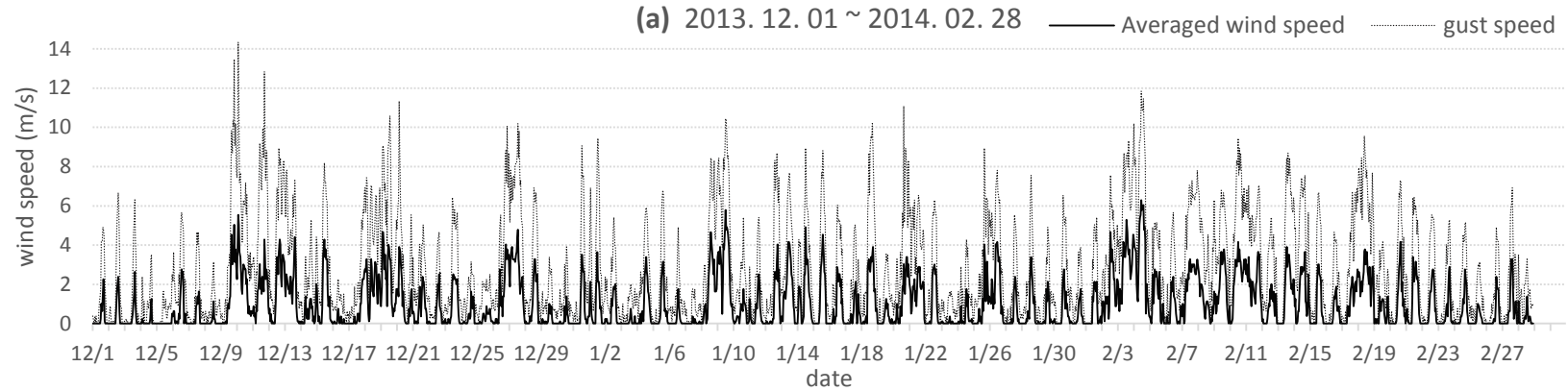


그림 17 남원시 연중 강수량과 광주기상청 일사량



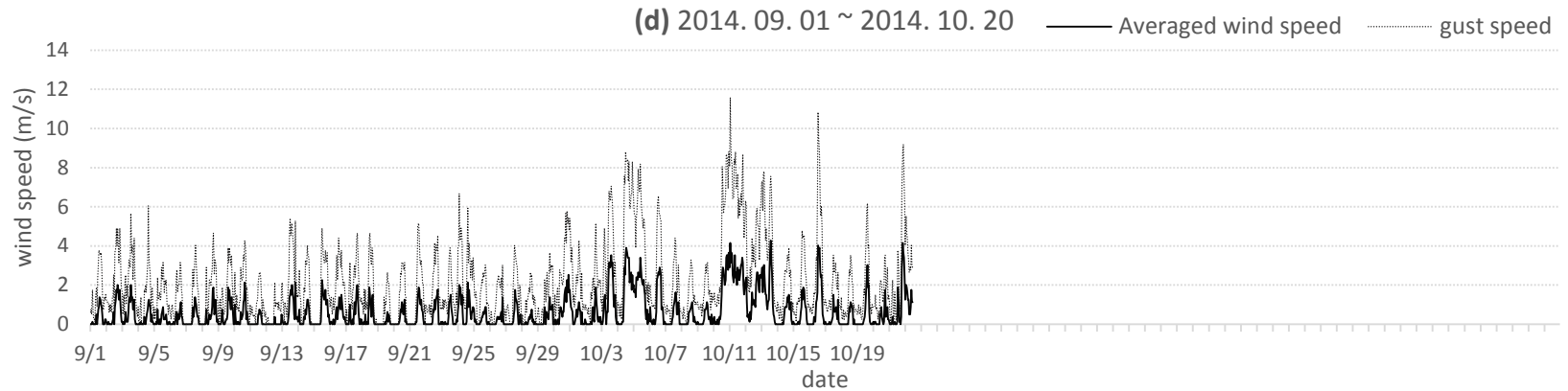
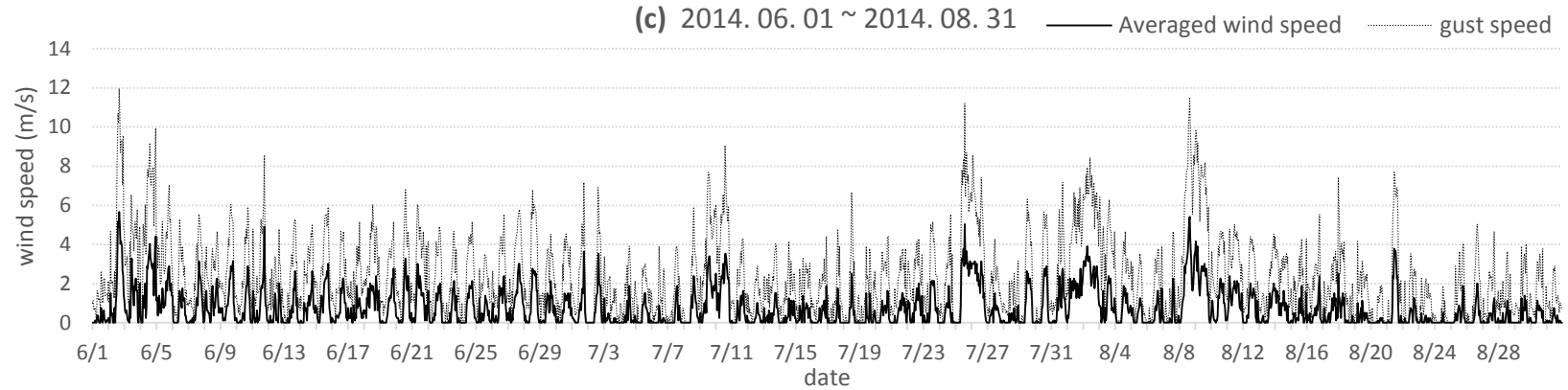


그림 18 O에서의 평균풍속과 최대풍속

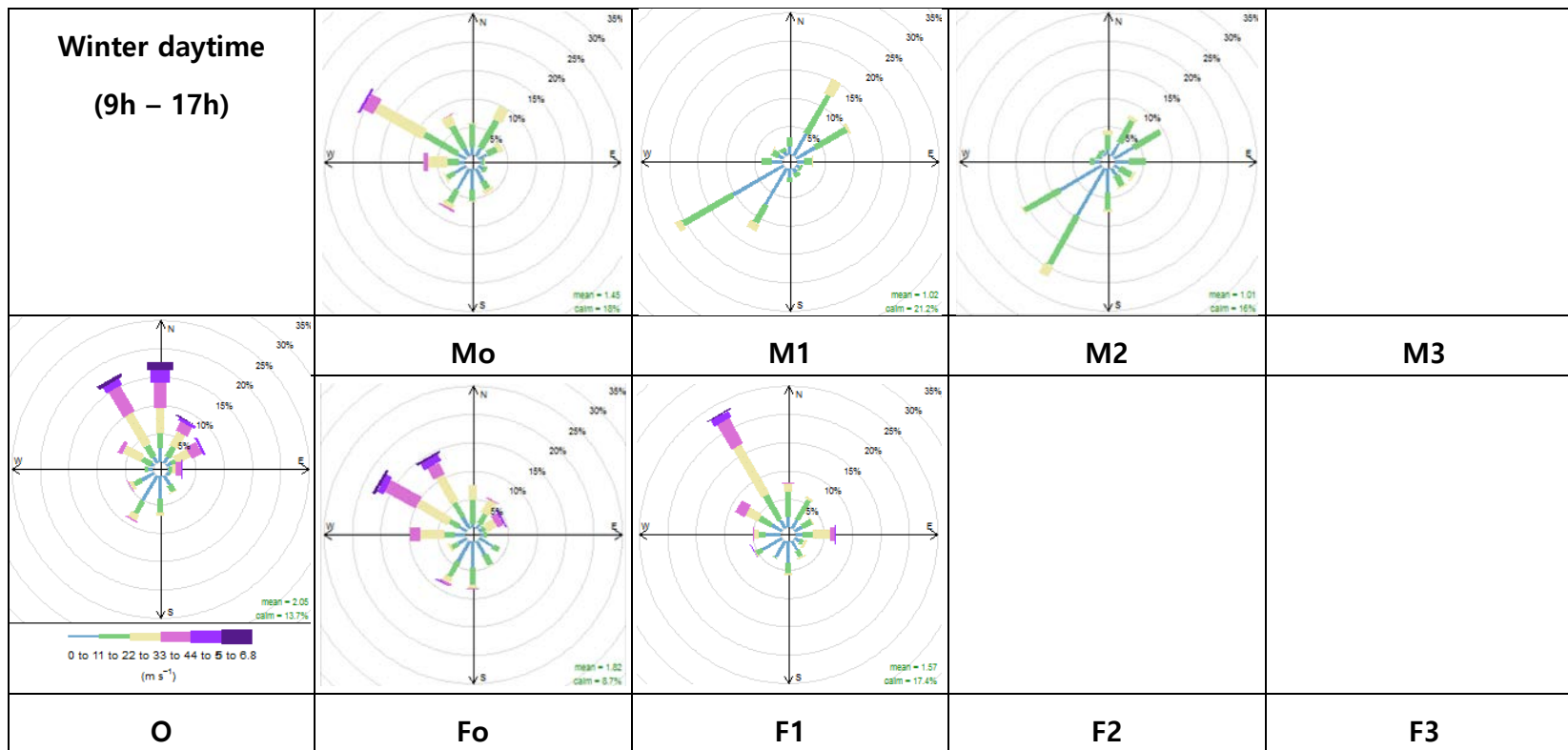


그림 19 2013.12 – 2014.02 측정지점별 바람장미 (낮)

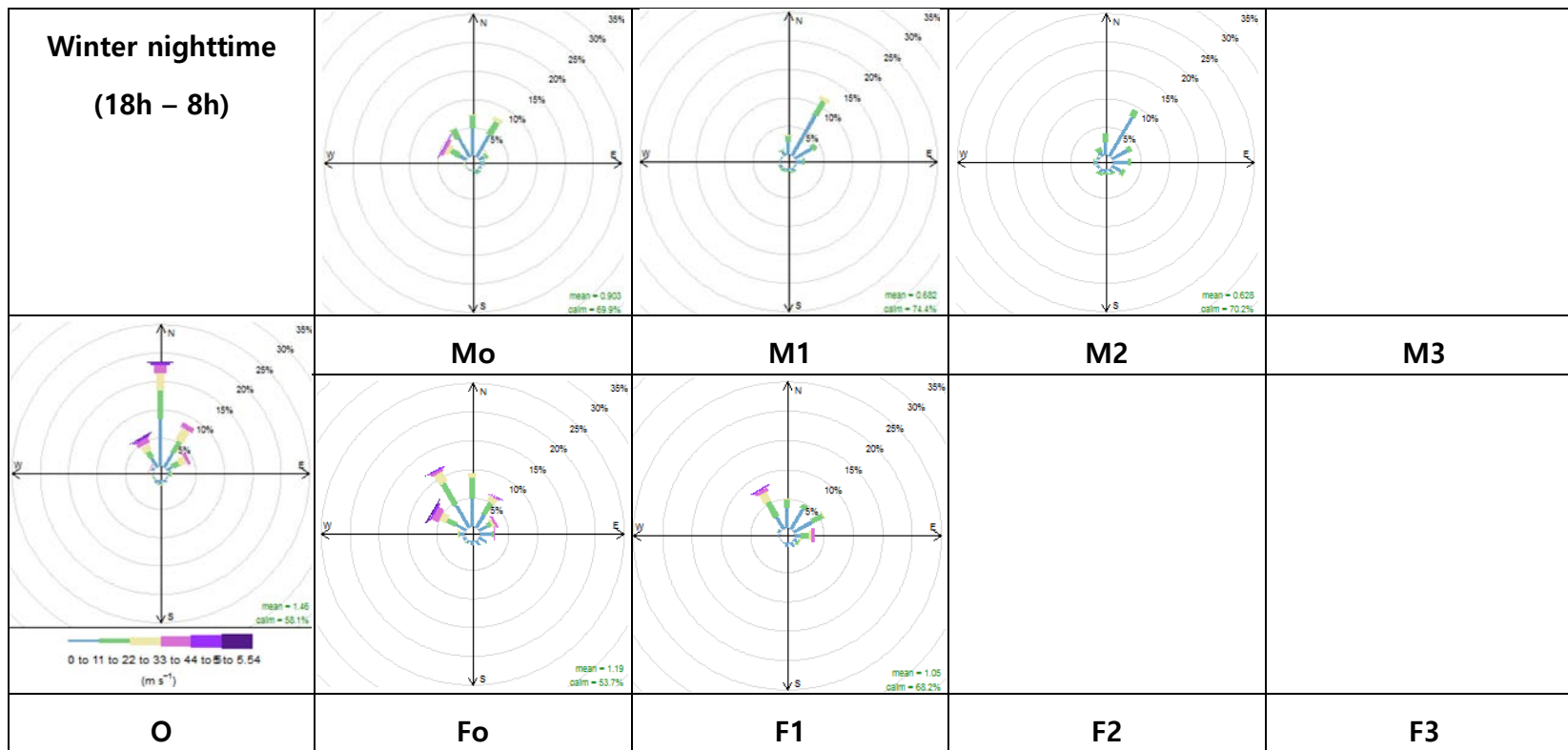


그림 20 2013.12 – 2014.02 측정지점별 바람장미 (밤)

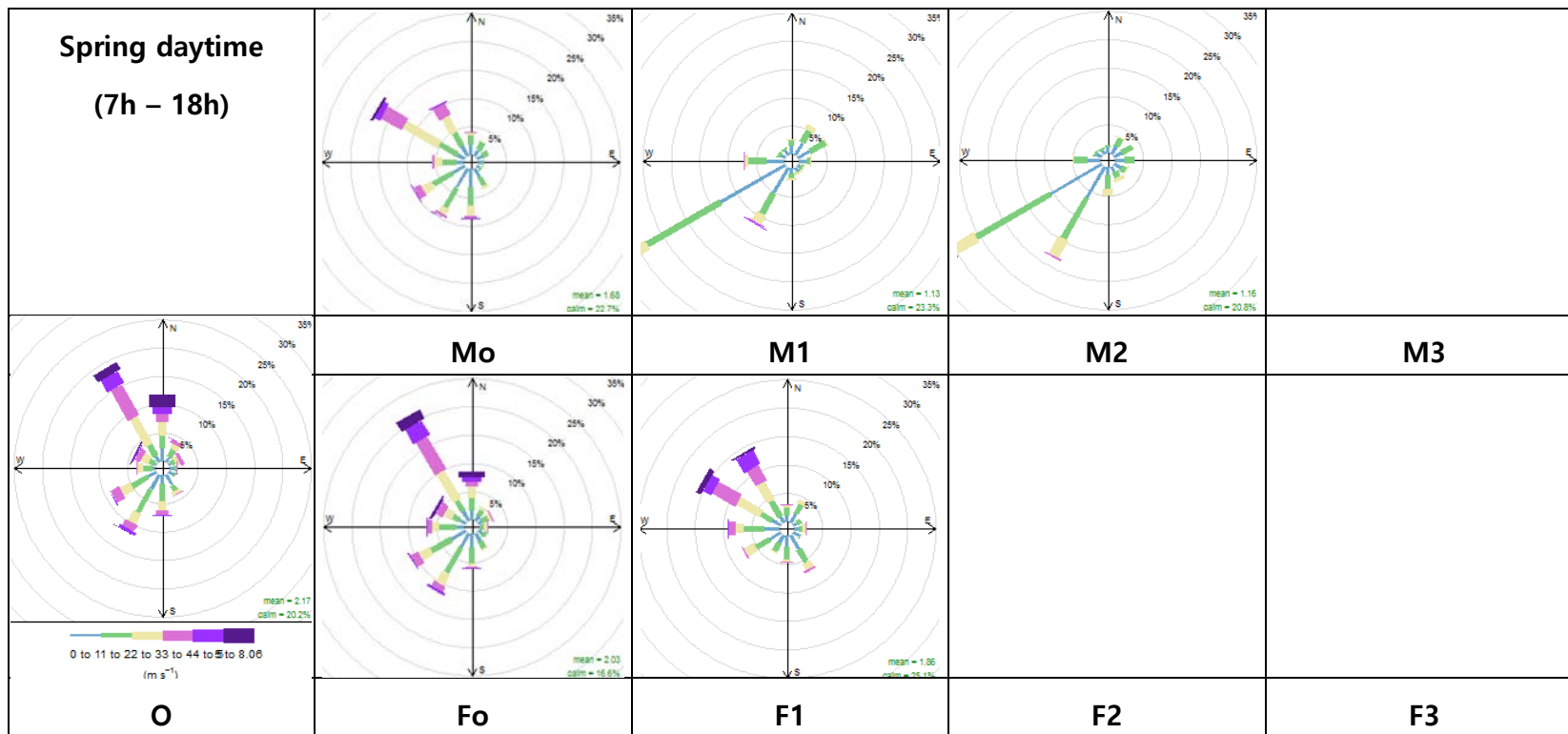


그림 21 2014.03 – 2014.05 측정지점별 바람장미 (낮)

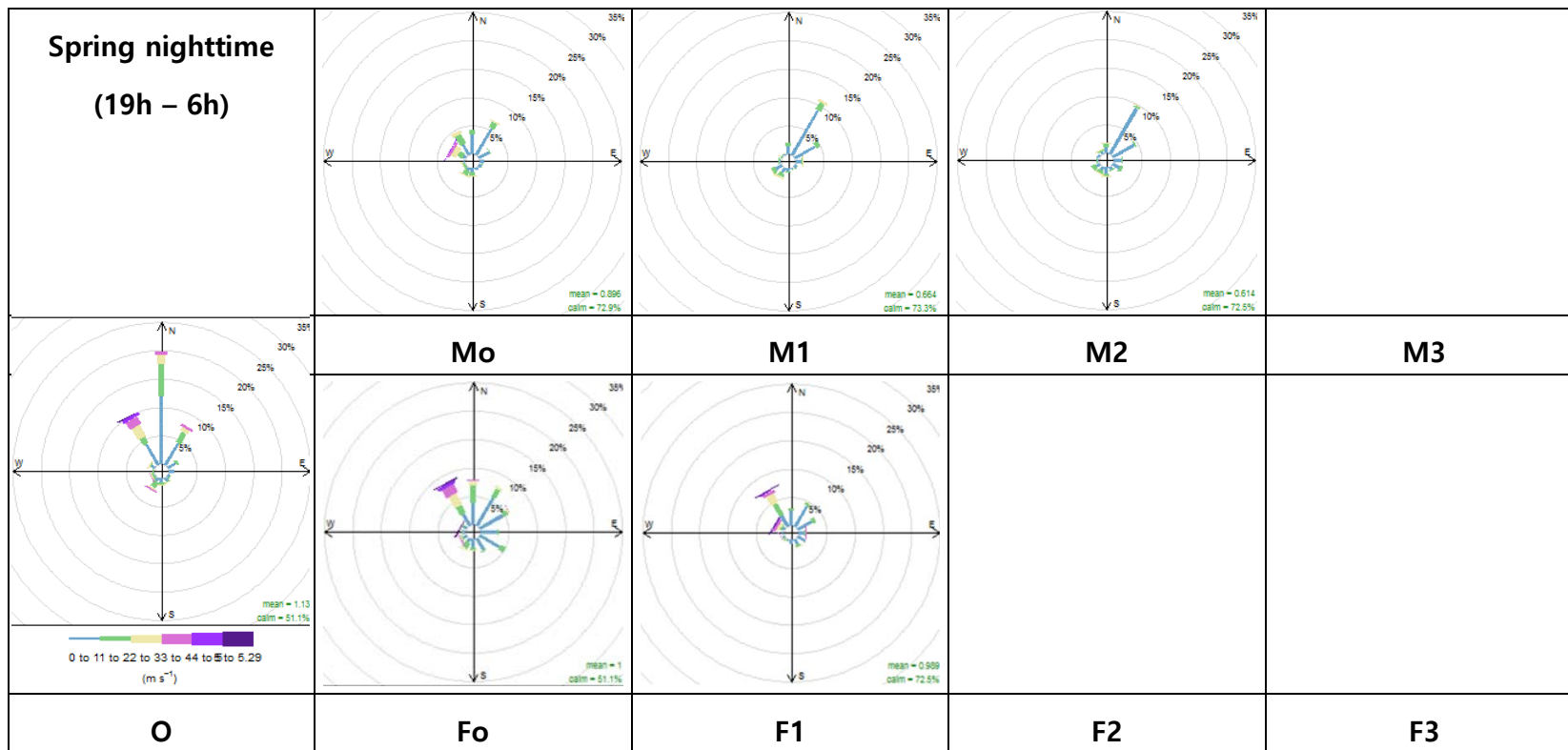


그림 22 2014.03 –2014.05 측정지점별 바람장미 (밤)

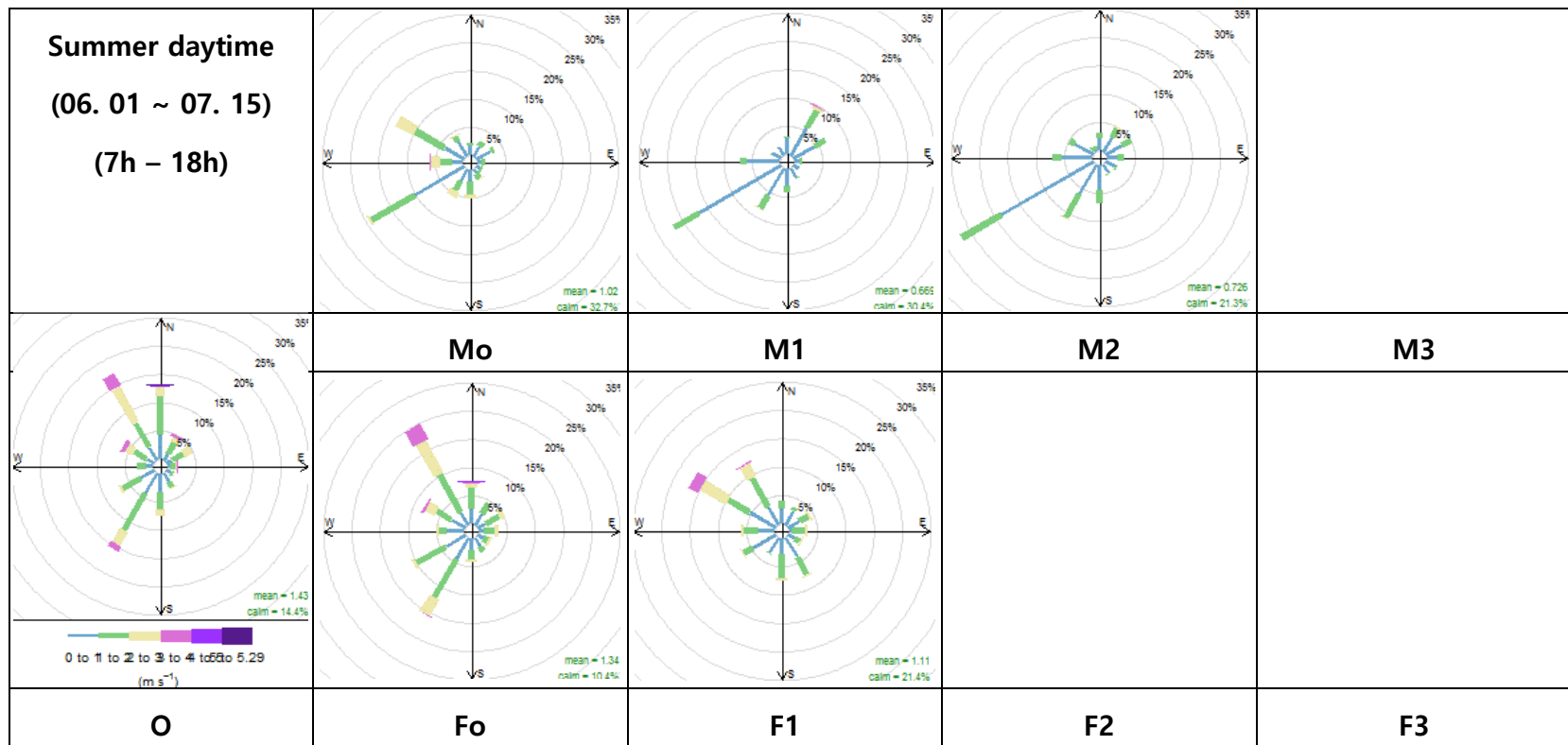


그림 23 2014. 06. 01 - 2014. 07. 15 측정지점별 바람장미 (낮)

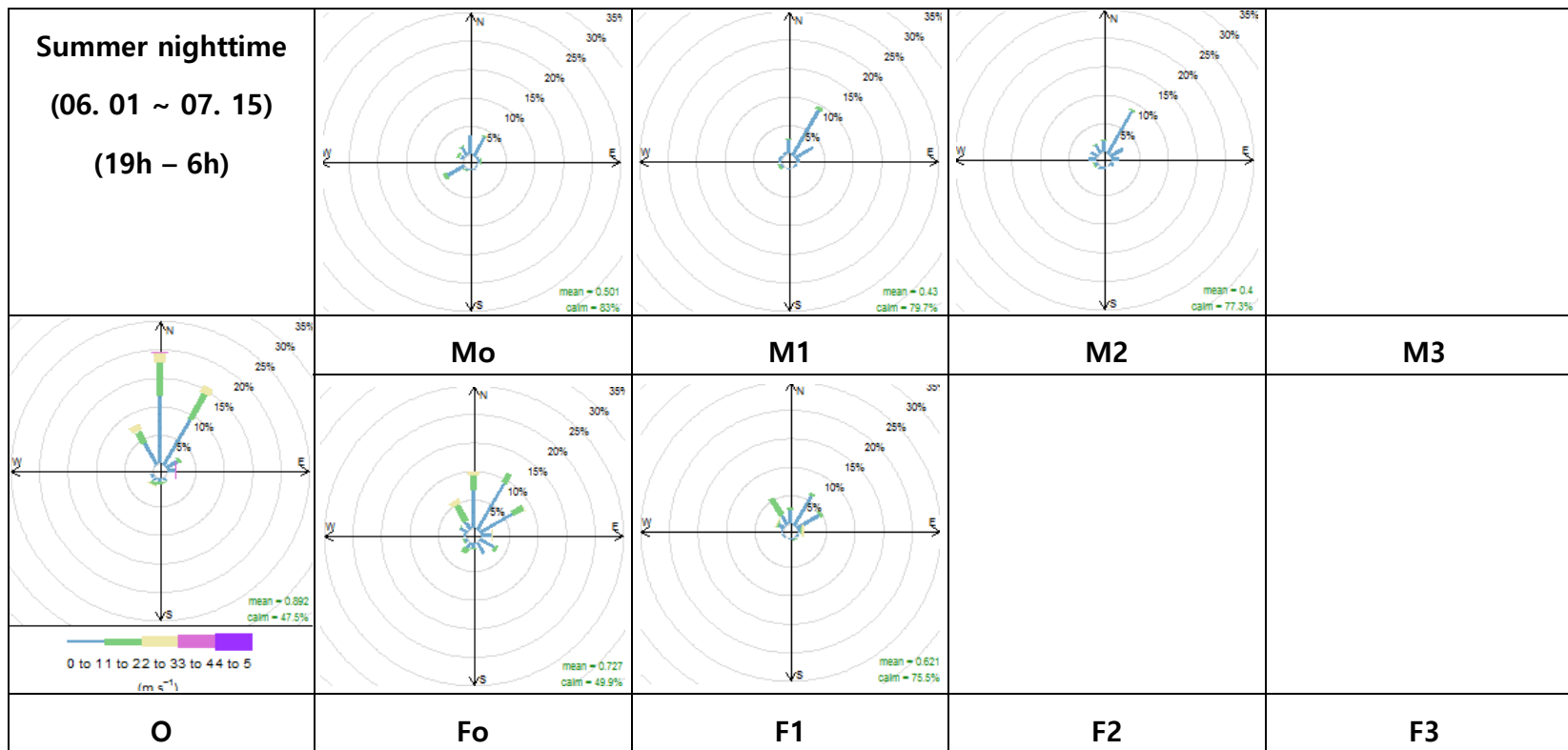


그림 24 2014. 06. 01 - 2014. 07. 15 측정지점별 바람장미 (밤)

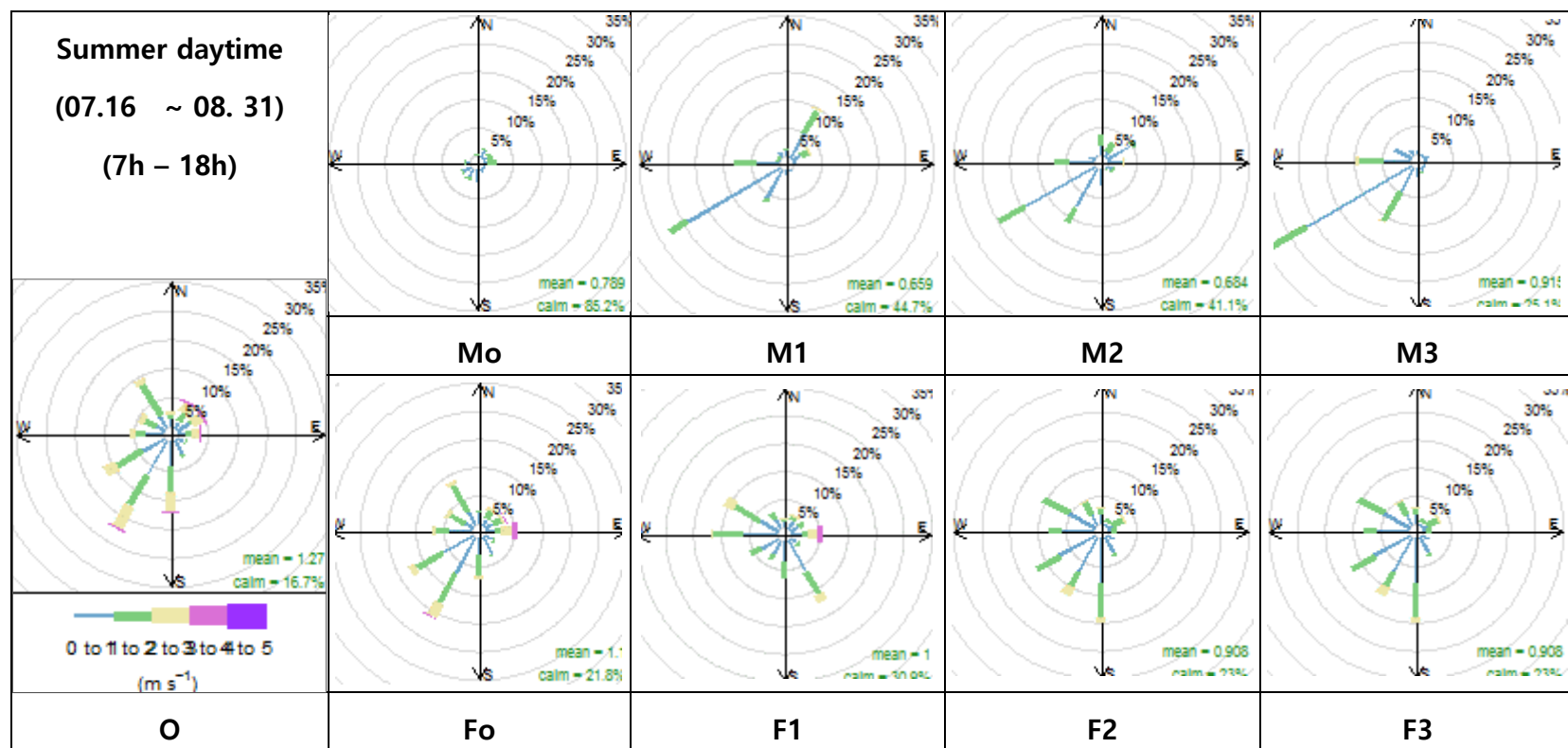


그림 25 2014. 07. 16 - 2014. 08. 31 측정지점별 바람장미 (낮)

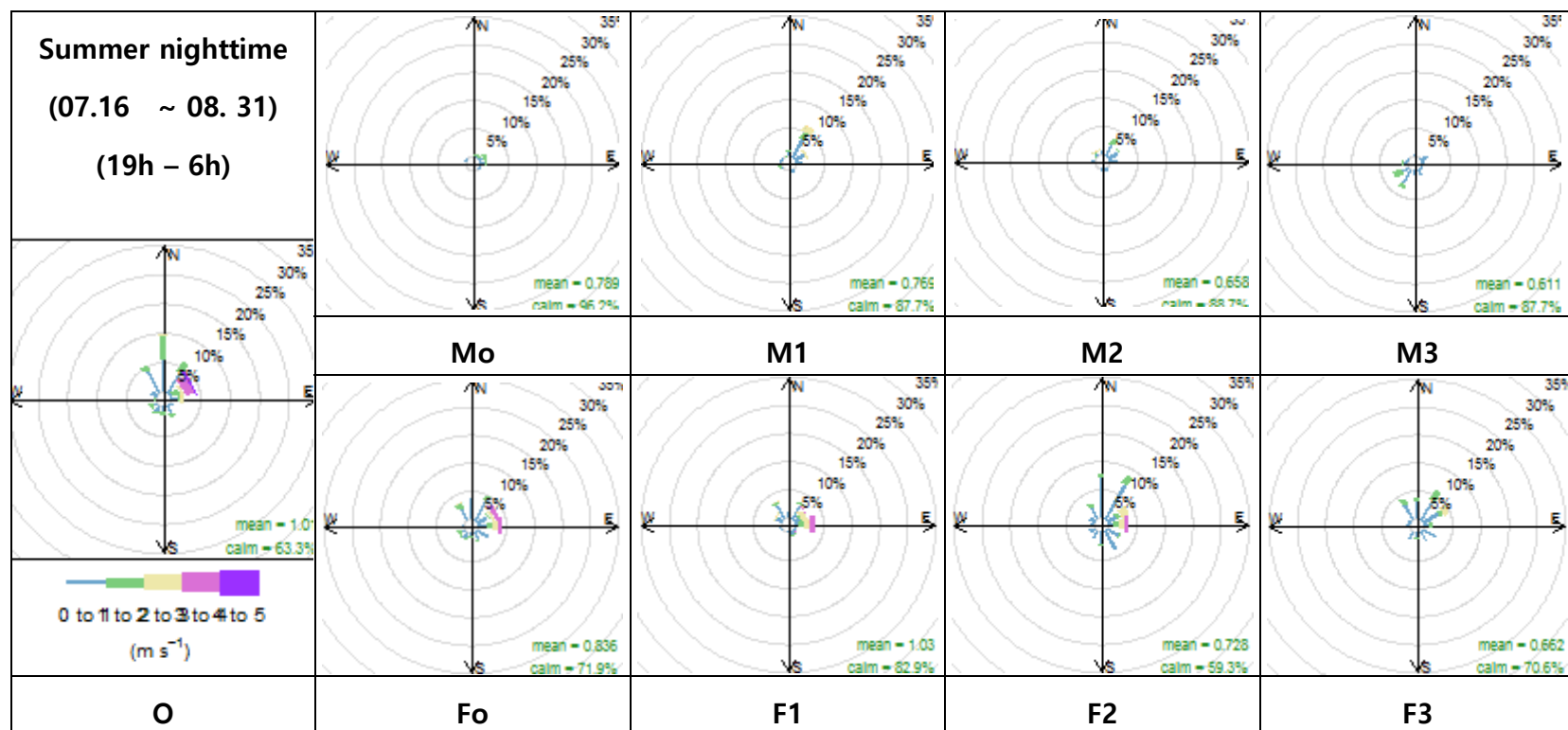


그림 26 2014. 07. 16 - 2014. 08. 31 측정지점별 바람장미 (밤)

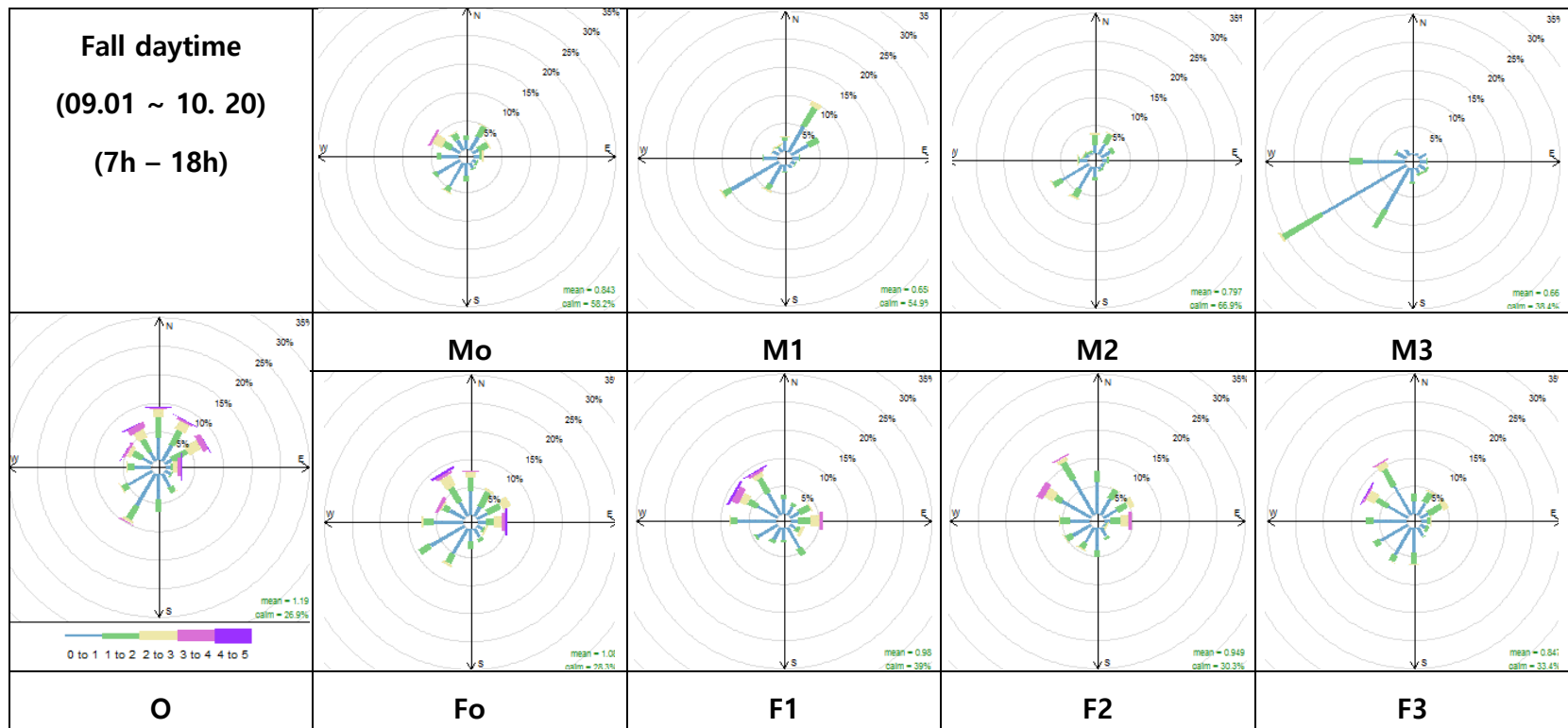


그림 27 2014. 09 - 2014. 10. 20 측정지점별 바람장미 (낮)

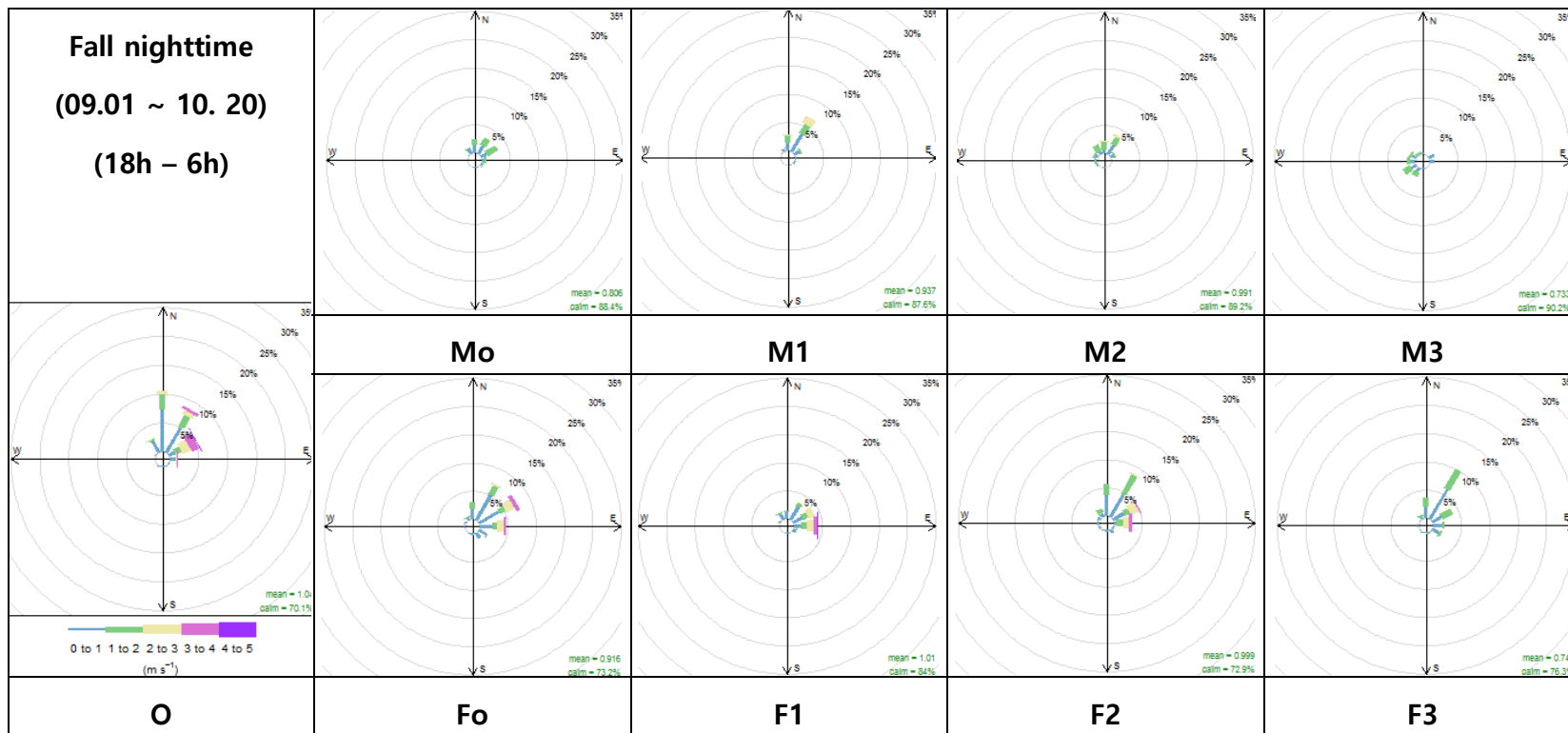
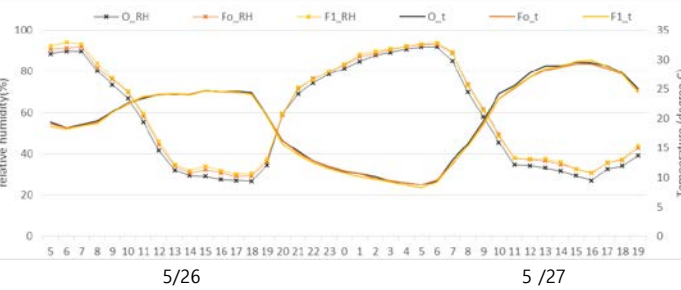
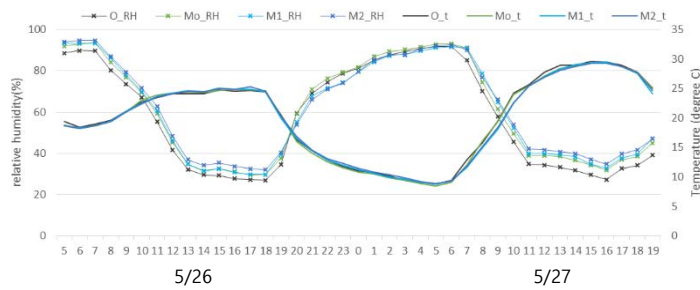
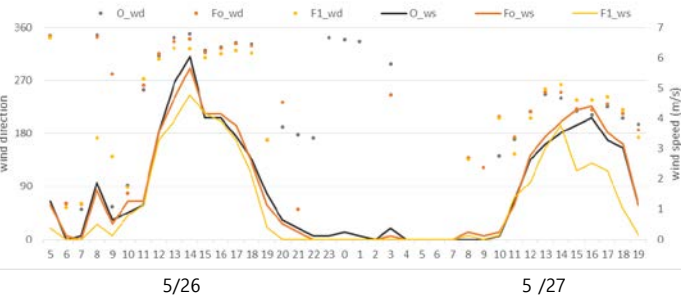
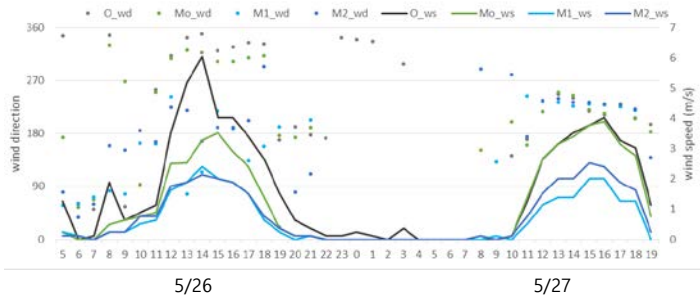
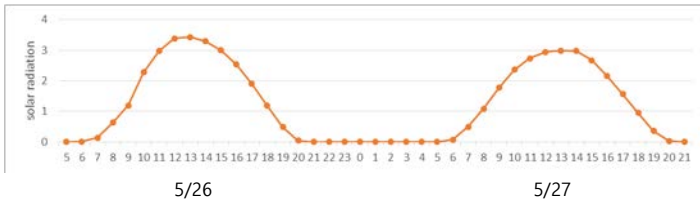


그림 28 2014. 09 – 2014. 10. 20 측정지점별 바람장미 (밤)



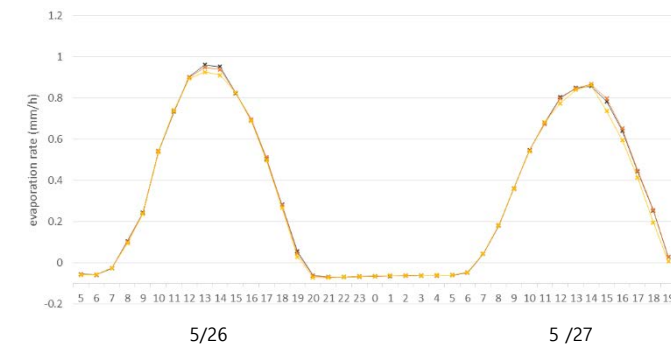
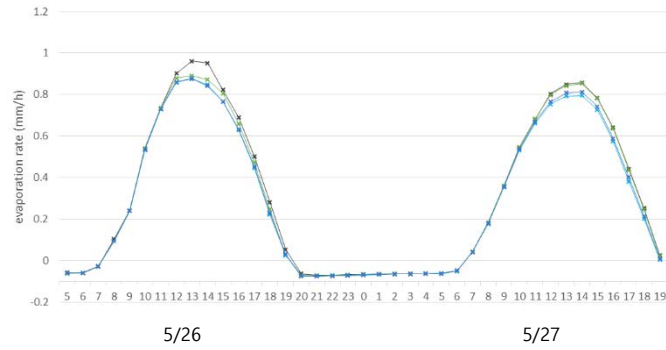
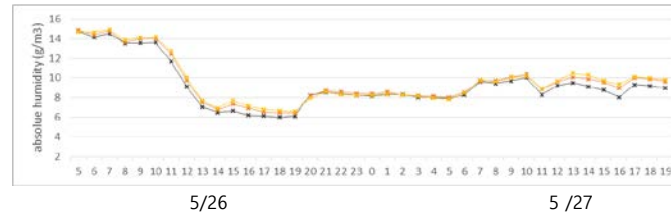
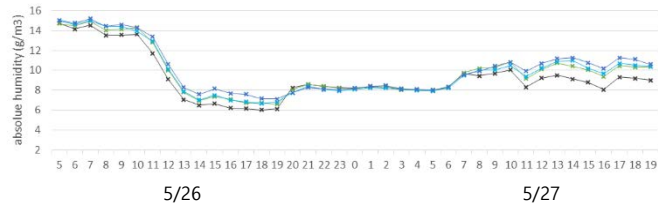


그림 29 5월 26일, 5월 27일의 일사량, 각 지점별 풍향풍속, 온도, 상대습도, 절대습도, 증발속도

Abstract

Variation of microclimate as related to topography and *maeulsoop* at a village lying on gentle slope

Junghyun Hong

Department of Environmental Planning

The Graduate School of Environmental Studies

Seoul National University

The climate in winter of Korea is dry and cold due to northwest monsoon. In this severity, Korean people selected the sheltered space inside the mountainous area as their living space and planted village grove, *maeulsoop*, at the mouth of watershed based on fengshui theory, to break winds that blow to the village. This nature-adaptive landscape management is Korean traditional ecological knowledge.

To inspect the microclimate controlling effect by topographic elements and *maeulsoop*, wind, temperature and relative humidity were measured and wind speed reduction and evaporation rate reduction were analyzed in small traditional village located in Namwon-city, Jeonrabuk-do, Korea.

Northwest monsoon blew in winter and spring and southwest wind blew most in summer at research site. Weak mountain valley breeze was formed at village and topography made the wind blows certain directions. Topography blocked the strong wind such as northwest monsoon and typhoon so that the meteorological condition in sheltered area was relieved.

Maeulsoop weakened the upslope wind which blows toward village to 45% in winter, 47% in spring, 75% in summer, 76% in fall. At the same time evaporation rate was decreased to 11% in winter, 5.5% in spring inside maeulsoop. When the typhoon blew, the wind speed around maeulsoop was reduced.

Therefore, it can be concluded that topography and maeulsoop of traditional village have effect on wind speed reduction and evaporation reduction inside maeulsoop. The results of this study could be used to evaluate the ecosystem service of maeulsoop.

Keywords : maeulsoop, wind speed, wind direction, evaporation, topography

Student Number : 2013–22014